

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

 **О.Г. Прохоренко**

«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД- 12892/уч.

ЭКОНОМЕТРИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям)

Направление специальности:

**1-31 03 06-01 Экономическая кибернетика (математические методы и
компьютерное моделирование в экономике)**

Минск
2023

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 06-2021, типового учебного плана, регистрационный № G31-1-028/пр-тип. от 30.06.2021 и учебных планов: № G31-1-033/уч. от 30.06.2021, №G31-1-215/уч. от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Малюгин, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.А. Самаль, заведующий кафедрой общей математики и информатики Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, профессор.

С.Ф. Миксюк, профессор кафедры математических методов в экономике УО «Белорусский государственный экономический университет»; доктор экономических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики БГУ (протокол № 11 от 25 мая 2023 г.)

Научно-методическим советом БГУ (протокол № 9 от 29.06.2023)

Заведующий кафедрой  **В.И. Малюгин**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «*Эконометрика*» предполагает изучение одномерных и многомерных эконометрических моделей, методов статистического оценивания и тестирования адекватности эконометрических моделей, а также приобретения навыков решения задач, связанных с применением эконометрических моделей. Эконометрическими моделями называются вероятностно-статистические модели, описывающие механизм функционирования экономических или финансовых процессов. Эконометрический подход, т.е. подход на основе эконометрических моделей, традиционно применяется для анализа, прогнозирования и оптимизации решений в таких областях как: макро- и микроэкономика, финансовые рынки, денежно-кредитная политика и банковская сфера.

Учебная программа дисциплины «*Эконометрика*» для специальности 1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям) состоит из двух частей.

В первой части излагаются основы эконометрического анализа и моделирования для базовых эконометрических моделей, описывающей широкое семейство линейных статистических моделей по пространственным данным и стационарным временным рядам.

Вторая часть предполагает углубленное изучение моделей нестационарных экономических и финансовых временных рядов и методов их построения. В данной части основной акцент делается на построении моделей по экономическим временным рядам со стохастическими трендами, сезонными и структурными изменениями. Значительное внимание уделяется методам построения многомерных эконометрических моделей на основе долгосрочных коинтеграционных зависимостей между используемыми экономическими переменными в состоянии равновесия моделируемых процессов.

В основе методики преподавания дисциплины «*Эконометрика*» лежит тесная взаимосвязь между теоретическим изучением современных подходов в эконометрике в рамках лекционного курса и их практическим освоением в ходе компьютерного лабораторного практикума. Большое внимание уделяется примерам практического применения методов эконометрического анализа, моделирования и прогнозирования в задачах исследования реальных экономических и финансовых процессов.

Теоретический курс поддерживается лабораторным компьютерным практикумом, предполагающим использование эконометрических пакетов и языков программирования R или Python.

Цели преподавания учебной дисциплины

Цели дисциплины «*Эконометрика*»:

- освоение теоретических основ эконометрического моделирования, анализа и прогнозирования;
- формирование практических навыков построения и использования эконометрических моделей с помощью эконометрического программного обеспечения.

Задачи дисциплины «Эконометрика»:

– теоретическое освоение студентами основных положений дисциплины и формирование системы основных понятий, используемых для описания важнейших эконометрических моделей и методов;

– формирование необходимого уровня математической подготовки, а также усвоение элементов экономической теории, важных для понимания эконометрического подхода к исследованию экономических и финансовых процессов;

– приобретение практических навыков решения типовых задач эконометрического моделирования, анализа и прогнозирования, способствующих усвоению основных понятий эконометрики в их взаимосвязи, а также задач, способствующих развитию навыков научного исследования.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Эконометрика» относится к модулю «**Математические модели и методы в экономике**» государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Эконометрика» основывается на учебных дисциплинах «Линейная алгебра», «Математические модели микро- и макроэкономики», «Теория вероятностей и математическая статистика» государственного компонента, а также дисциплине специализации «Статистический анализ данных».

Знания, полученные в рамках данной дисциплины, будут использованы при изучении дисциплин специальности 1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям), направленных на углубленную подготовку специалистов в области эконометрического моделирования и прогнозирования в рамках дисциплины специализации «Моделирование финансового рынка».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Эконометрика» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК-2. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;

УК-6. Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

УК-11. Анализировать социально-значимые явления, события и процессы, использовать социологическую и экономическую информацию, проявлять предпринимательскую инициативу.

базовые профессиональные компетенции:

БПК-2. Строить, анализировать и тестировать алгоритмы и программы решения типовых задач обработки информации с использования объектно-ориентированного и иных парадигм программирования.

БПК-3. Строить вероятностные модели в прикладных задачах, вычислять вероятности сложных случайных событий и исследовать важнейшие характеристики случайных величин, использовать методы математической статистики для решения задач оценивания параметров и проверки гипотез, применять методы анализа основных моделей случайных процессов.

БПК-7. Использовать методы эконометрического анализа и прогнозирования экономических систем и процессов, строить и применять эконометрические модели с помощью стандартного эконометрического программного обеспечения.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы статистического оценивания параметров и проверки гипотез, используемые при построении эконометрических моделей регрессионного типа;
- методы статистического анализа, моделирования и прогнозирования стационарных экономических временных рядов и нестационарных экономических временных рядов с детерминированными и стохастическими трендами;
- методы статистического оценивания параметров и проверки гипотез, используемые при построении многомерных эконометрических моделей типа векторной авторегрессии, векторной модели коррекции ошибок и систем одновременных уравнений;

уметь:

- строить основные типы эконометрических моделей экономических и финансовых процессов;
- производить анализ адекватности построенных эконометрических моделей;
- применять эконометрические модели для анализа причинно-следственных связей между экономическими переменными, прогнозирования значений экономических переменных, построения и выбора вариантов (стратегий) экономической политики на основе экспериментов с моделью;

владеть:

- основами эконометрического анализа, моделирования и прогнозирования;
- навыками построения и использования эконометрических моделей с помощью стандартного эконометрического программного обеспечения;
- элементами экономического анализа моделируемых процессов, эконометрических моделей и результатов эконометрического моделирования.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 (часть 1) и 7 (часть 2) семестрах. Всего на изучение учебной дисциплины «Эконометрика» отведено:

- в очной форме получения высшего образования: 216 часов, в том числе 136 аудиторных часов, из них:

– 6 семестр – всего 108 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

– 7 семестр – всего 108 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Часть I. Методы построения общей линейной статистической модели (ОЛСМ)

Раздел 1. Общая характеристика эконометрического подхода.

Тема 1.1. Общий вид и классификация эконометрических моделей.

Понятие эконометрики и эконометрической модели. Типы эконометрических моделей и цели их применения.

Тема 1.2. Этапы и принципы построения эконометрических моделей.

Задачи, решаемые при построении эконометрической модели. Этапы построения модели. Обзор эконометрического программного обеспечения.

Раздел 2. Общая линейная статическая модель (ОЛСМ) и ее построение с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

Тема 2.1. МНК-оценки параметров ОЛСМ и их свойства. Теорема Гаусса – Маркова.

Определение ОЛСМ. Традиционные модельные предположения. МНК-оценки параметров ОЛСМ. Статистические свойства оценок.

Тема 2.2. Анализ вариации зависимой переменной ОЛСМ.

Полная сумма квадратов и ее декомпозиция. Коэффициент детерминации модели и его свойства.

Тема 2.3. Анализ точности прогнозов на основе ОЛСМ.

Прогнозы на основе ОЛСМ. Вычисление и характеристики точности прогнозов. Анализ вариации регрессионных прогнозов.

Раздел 3. Построение и анализ ОЛСМ в предположении нормальности распределения ошибок наблюдения.

Тема 3.1. Оценки максимального правдоподобия (ММП) параметров ОЛСМ и их свойства.

Построение ММП-оценок. Статистические свойства ММП-оценок.

Тема 3.2. ОЛСМ с общими линейными ограничениями на параметры. ММП-оценки параметров модели.

ОЛСМ с общими линейными ограничениями на параметры. Примеры линейных ограничений. Построение ММП-оценок параметров ОЛСМ с общими линейными ограничениями. Свойства оценок.

Тема 3.3. Статистическая проверка гипотез о параметрах ОЛСМ.

Построение статистического критерия проверки общих линейных ограничений. Критерии в форме Вальда и в форме отношения правдоподобия. Условия применения критериев.

Тема 3.4. Проверка гипотез о значениях параметров ОЛСМ при тестировании экономической и статистической адекватности модели.

Проверка гипотез о значениях и статистической значимости параметров ОЛСМ. Интервальные оценки параметров модели. Проверка гипотезы об адекватности модели в целом.

Тема 3.5. Построение и анализ ОЛСМ со структурными изменениями.

Понятие структурных изменений модели. Анализ структурных изменений в ОЛСМ. Статистический критерий структурных изменений. Использование фиктивных переменных при построении ОЛСМ со структурными изменениями.

Раздел 4. Методы построения ОЛСМ при нарушении традиционных предположений относительно ошибок наблюдений. Обобщенный метод наименьших квадратов.

Тема 4.1. Обобщенная линейная статистическая модель и обобщенный метод наименьших квадратов.

Обобщенная модель в условиях автокорреляции и гетероскедастичности ошибок наблюдения. Свойства обычных МНК-оценок параметров обобщенной модели. Общая схема построения обобщенной модели: обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК). Теоретическое обоснование возможности применения ОМНК. Общий вид ОМНК-оценок параметров обобщенной модели. Выбор весовой матрицы.

Тема 4.2. Оценивание параметров и проверка гипотез для обобщенной модели.

Свойства обобщенных МНК-оценок параметров модели. Теорема Гаусса – Маркова для обобщенной модели. Статистический критерий проверки общих линейных ограничений для обобщенной модели и его частные случаи.

Тема 4.3. Методы построения ОЛСМ с гетероскедастичными и автокоррелированными ошибками.

Модели гетероскедастичности. Тесты гетероскедастичности. Коррекция стандартных ошибок по Уайту. Обобщенные МНК-оценки для ОЛСМ с гетероскедастичными ошибками. ОЛСМ с автокоррелированными ошибками. Статистическое оценивание параметров с помощью процедуры Кохрейна – Оркатта. Анализ автокорреляции ошибок на основе статистики и теста Дарбина – Уотсона.

Раздел 5. Построение и анализ ОЛСМ в условиях мультиколлинеарности факторов.

Тема 5.1. Мультиколлинеарность факторов в ОЛСМ: причины, эффекты и количественные меры.

Мультиколлинеарности факторов (МКФ): типы и причины. Типовые примеры МКФ. Количественные меры мультиколлинеарности. Эффекты МКФ и способы их обнаружения. Исключение сопряженных факторов.

Тема 5.2. Методы построения ОЛСМ в условиях мультиколлинеарности факторов.

Использование процедур псевдо-обращения матриц. Гребневые оценки (ридж-оценки) параметров ОЛСМ. Использование метода главных компонент.

Раздел 6. Модели и методы анализа стационарных временных рядов.

Тема 6.1. Стационарные временные ряды и их характеристики.

Стационарный временной ряд и его вероятностные характеристики. Автокорреляционная и частная автокорреляционная функции стационарного временного ряда. Понятие нестационарного временного ряда.

Тема 6.2. Модели семейства ARMA и методы их построения.

Модели авторегрессии $AR(p)$ и условие ее стационарности модели. Модель $AR(1)$ и ее характеристики. Модель скользящего среднего $MA(q)$. Свойство обратимости модели скользящего среднего. Модель $MA(1)$ и ее характеристики. Модели $ARMA(p,q)$. Свойства стационарности и обратимости. Модель $ARMA(1,1)$ и ее характеристики. Методы построения и тестирования моделей $ARMA$. Проверка свойства стационарности. Идентификация типа модели на основе ВАРФ и ВЧАРФ. Анализ адекватности моделей на основе статистических критериев.

Раздел 7. Модель нестационарных временных рядов $ARIMA$ и методы ее построения.

Тема 7.1. Модель $ARIMA$ и сезонная модель $SARIMA$.

Модели временных рядов с детерминированными и стохастическими трендами: TS и DS модели. Интегрированные временные ряды и модель $ARIMA$.

Тема 7.2. Подход Бокса – Дженкинса. Построение моделей $ARIMA$ и $SARIMA$ их применение.

Подход Бокса – Дженкинса. Построения модели $ARIMA$. Построения модели $SARIMA$. Прогнозирование на основе моделей $ARIMA$ и $SARIMA$.

ЧАСТЬ 2. Эконометрические модели экономических временных рядов и методы их построения.

Раздел 8. Модели и методы анализа нестационарных экономических временных рядов.

Тема 8.1. Типовая структура модели экономического временного ряда и методы ее декомпозиции

Структура моделей экономических временных рядов. Детерминированные и стохастические тренды. Сезонные и циклические изменения. Структурные изменения и выбросы. Методы сезонной корректировки. Экстраполяция тренда и цикла с помощью метода Ходрика – Прескотта.

Тема 8.2. Процессы и тесты «единичного корня».

Модели случайного блуждания. структура и свойства модели случайного блуждания. Понятие стохастического тренда. Процессы «единичного корня» с аномальными наблюдениями. Модели временных рядов со стохастическими трендами и экспоненциальным ростом. Тесты единичного корня Дики – Фуллера и условия их применения.

Раздел 9. Модели временных рядов с гетероскедастичными ошибками

Тема 9.1. Модели временных рядов с безусловной гетероскедастичностью.

Временные ряды с безусловной гетероскедастичностью. Типы моделей безусловной гетероскедастичности. Смягчение эффектов безусловной гетероскедастичности с помощью преобразования временных рядов. Построение моделей.

Тема 9.2. Модели временных рядов с условной гетероскедастичностью $ARCH$ и $GARCH$.

Признаки условной гетероскедастичности. Определение и свойства моделей $ARCH$ и $GARCH$.

Тема 9.3. Построение моделей $ARCH$ и $GARCH$.

Методы анализа и тестирования условной гетероскедастичности. Тест множителей Лагранжа для ARCH. Оценивание параметров и тестирование адекватности моделей.

Раздел 10. Коинтегрированные временные ряды и модель коррекции ошибок

Тема 10.1. Проблемы использования нестационарных временных рядов в регрессионных моделях.

Особенности построения регрессионных моделей по экономическим временным рядам. Ложная регрессия и коинтеграции.

Тема 10.2. Понятия коинтегрированных временных рядов и модели коррекции ошибок.

Коинтегрированные временные ряды и механизм коррекции ошибок. Модель коррекции ошибок (модель ECM). Пример модели коррекции ошибок для процентных ставок.

Тема 10.3. Построение модели коррекции ошибок с помощью подхода Энгла – Грейнджера.

Тесты коинтеграции Энгла – Грейнджера. Построение модели ECM в случае одиночного коинтеграционного уравнения. Подход Энгла–Грейнджера: общая характеристика и условия применения.

Раздел 11. Многомерные эконометрические модели и методы их построения

Тема 11.1. Многомерные модели в виде системы одновременных уравнений SSE.

Структурные эконометрические модели в виде систем одновременных уравнений (модель SSE). Общая характеристика методов построения и применения.

Тема 11.2. Модель векторной авторегрессии VAR. Общий вид модели VAR.

Статистическое оценивание параметров модели VAR. Анализ адекватности модели VAR. Тесты автокорреляции, гетероскедастичности и нормальности распределения остатков для модели VAR.

Тема 11.3. Векторная модель коррекции ошибок по нестационарным коинтегрированным временным рядам VECM.

Представление модели VAR в форме коррекции ошибок. Модель VECM: математическое обоснование и экономическая интерпретация.

Тема 11.4. Построение модели VECM с помощью подхода Йохансена.

Общая характеристика подхода. Тесты ранга коинтеграции Йохансена. Выбор порядка авторегрессии. Оценивание и тестирование адекватности модели VECM. Прогнозирование на основе многомерных эконометрических моделей SSE, VAR, VECM.

Раздел 12. Многомерные эконометрические модели в условиях переключения состояний и данных смешанной частоты.

Тема 12.1. Многомерные эконометрические модели с марковскими переключениями состояний.

Общая характеристика моделей с переключениями состояний и условий их применения. Модель линейной регрессии с марковскими переключениями состоя-

ний MS-LR. Построение и анализ адекватности модели MS-LR. Применение модели MS-LR для анализа бизнес циклов и прогнозирования.

Тема 12.2. Эконометрические модели по данным смешанной частоты.

Проблема использования эконометрических моделей по агрегированным данным. Общая характеристика моделей по данным разной частоты. Модель MIDAS. Построение и анализ адекватности модели MIDAS. Использование модели MIDAS в задачах краткосрочного прогнозирования и наукастинга.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением
дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

№	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			
		Лек-ции	Лабо-ратор-ные занятия	Коли-чество часов УСР	Форма контроля
	Часть 1. Методы построения общей линейной статистической модели (ОЛСМ).				
1.	Общая характеристика эконометрического подхода.	2			
1.1	Общий вид и классификация эконометрических моделей	1			Устный опрос
1.2	Этапы и принципы построения эконометрических моделей	1			Устный опрос
2.	Общая линейная статическая модель (ОЛСМ) и ее построение с помощью метода наименьших квадратов.	6	4		
2.1	МНК-оценки параметров ОЛСМ и их свойства. Теорема Гаусса – Маркова.	2			Устный опрос
2.2	Анализ вариации зависимой переменной ОЛСМ.	2	2		Устный опрос
2.3	Анализ точности прогнозов на основе ОЛСМ.	2	2		Устный опрос
3.	Построение и анализ ОЛСМ в предположении нормальности распределения ошибок наблюдения.	10	10		
3.1	Оценки максимального правдоподобия (ММП) параметров ОЛСМ и их свойства.	2	2		Собеседование
3.2	ОЛСМ с общими линейными ограничениями на параметры. ММП-оценки параметров модели.	2	2		Собеседование
3.3	Статистическая проверка гипотез о параметрах ОЛСМ.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию

3.4	Проверка гипотез о значениях параметров ОЛСМ при тестировании экономической и статистической адекватности модели.	2	2		Собеседование
3.5	Построение и анализ ОЛСМ со структурными изменениями.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
4	Методы построения ОЛСМ при нарушении традиционных предположений относительно ошибок наблюдений. Обобщенный метод наименьших квадратов.	6	6		
4.1	Обобщенная линейная статистическая модель и обобщенный метод наименьших квадратов.	2	2		Устный опрос
4.2	Оценивание параметров и проверка гипотез для обобщенной модели.	2	2		Устный опрос
4.3	Методы построения ОЛСМ с детерминированными трендами, гетероскедастичными и автокоррелированными ошибками.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
5	Построение и анализ ОЛСМ в условиях мультиколлинеарности факторов.	4	4	2	
5.1	Мультиколлинеарность факторов в ОЛСМ: причины, эффекты и количественные меры.	2	2		Устный опрос
5.2	Методы построения ОЛСМ в условиях мультиколлинеарности факторов.	2	2	2	Устный опрос
6	Модели и методы анализа стационарных временных рядов.	4	4		
6.1	Стационарные временные ряды и их характеристики.	2	2		Устный опрос
6.2	Модели семейства ARMA и методы их построения	2	2		Устный опрос
7	Модель нестационарных временных рядов ARIMA и методы ее построения.	4	4	2	
7.1	Модель ARIMA и сезонная мо-	2	2	2	Устный опрос

	дель SARIMA.				
7.2	Подход Бокса – Дженкинса. Построение моделей ARIMA и SARIMA их применение	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
	Часть 2. Эконометрические модели временных рядов и методы их построения.				
8	Модели и методы анализа нестационарных временных рядов.	6	4	2	
8.1	Типовая структура модели экономического временного ряда и методы ее декомпозиции	2	2	2	Отчет по компьютерному тестовому заданию, устный опрос
8.2	Процессы и тесты «единичного корня». «Взрывные» случайные процессы.	4	2		Устный опрос
9	Моделирование временных рядов с гетероскедастичными ошибками.	6	6		
9.1	Модели временных рядов с безусловной гетероскедастичностью.	2	2		Устный опрос
9.2	Модели временных рядов с условной гетероскедастичностью ARCH и GARCH.	2	2		Собеседование
9.3	Построение моделей ARCH и GARCH.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
10	Коинтегрированные временные ряды и модель коррекции ошибок.	6	6		
10.1	Проблемы использования нестационарных временных рядов в регрессионных моделях.	2	2		Собеседование
10.2	Понятия коинтегрированных временных рядов и модели коррекции ошибок.	2	2		Собеседование
10.3	Построение модели коррекции ошибок с помощью подхода Энга – Грейнджера.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
11	Многомерные эконометрические модели и методы их построения	10	8	2	

11.1	Многомерные модели в виде системы одновременных уравнений SSE.	2	2	2	Устный опрос
11.2	Модель векторной авторегрессии VAR.	2	2		
11.3	Векторная модель коррекции ошибок по нестационарным коинтегрированным временным рядам VECM.	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
11.4	Построение модели VECM с помощью подхода Йохансена.	4	2		Собеседование
12	Многомерные эконометрические модели в условиях переключения состояний и данных смешанной частоты	4	4		
12.1	Многомерные эконометрические модели с марковскими переключениями состояний	2	2		Отчет по компьютерному тестовому заданию
12.2	Эконометрические модели по данным смешанной частоты	2	2		Собеседование
	Всего	68	60	8	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Магнус, Я. Р. Эконометрика. Начальный курс / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий – Москва: Дело, 2021. – 504 с.
2. Носко, В. П. Эконометрика. Книга 1. Часть 1, 2. Учебник / В. П. Носко. – Москва: Дело, 2021. – 703 с.
3. Носко, В.П. Эконометрика. Книга 2. Часть 3, 4. Учебник / В. П. Носко – М.: Дело, 2021. – 576 с.
4. Хацкевич, Г.А. Эконометрика. Учебник / Г.А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск: РИВШ, 2021. - 450 с.
5. Харин, Ю.С. Эконометрическое моделирование / Ю.С. Харин, В.И. Малюгин, А.Ю. Харин – Минск: БГУ, 2003. – 318 с.

Перечень дополнительной литературы

6. Харин, Ю.С. Математические и компьютерные основы статистического моделирования и анализа данных / Ю.С. Харин, В.И. Малюгин, М.С. Абрамович – Минск: БГУ, 2008. – 455 с.
7. Картаев, Ф.С. Введение в эконометрику: учебник / Ф.С. Картаев. – Москва : Проспект, 2022. – 471 с.
8. Эконометрика. Учебник / под. ред. В.С. Мхитаряна. – Москва: Проспект, 2015. – 453 с.
9. Эконометрика. Учебник / Елисеева И.И., Курышева С.В., Нерадовская Ю.В. Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Проспект, 2010. – 288 с.
10. Greene, W. Econometric Analysis. / W. Greene. – 7th Edition. – Prentice Hall, 2011. – 1231 p.
11. Johnston, J., DiNardo, J. Econometric methods. / J. Johnston, J. DiNardo – New York: John Wiley and Sons, 1997. – 531 p.
12. Johansen, S. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models / S. Johansen – 2nd ed. Oxford University Press, 1996. – 267 p.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

На лекционных занятиях по дисциплине «Эконометрика» рекомендуется особое внимание обращать внимание на установлении связей между теоретическими темами дисциплины и использованием, изучаемых методов и алгоритмов для решения практических задач.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

– устная форма: собеседования, устные опросы по текущим темам;

– отчеты по компьютерному тестовому заданию.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Эконометрика» учебным планом предусмотрен **зачет и экзамен**.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию:

- устный опрос – 10 %;
- собеседование – 10 %;
- отчеты по компьютерному тестовому заданию – 80 %;

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) – 40 % и экзаменационной отметки – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа (УСР) студентов – это самостоятельная работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также контролируемая преподавателем на определенном этапе обучения. Целью УСР является целенаправленное обучение студентов основным навыкам и умению индивидуальной самостоятельной работы.

На освоение учебного материала в рамках УСР для дисциплины «Эконометрика» отводится 8 аудиторных часа по следующим темам в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Тема № 5.2. Методы построения ОЛСМ в условиях мультиколлинеарности факторов. (2 ч)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- методов, основанных на процедурах псевдо-обращений матриц;
- методов построения ридж-оценок параметров моделей;
- методов снижения размерности – метода главных компонент.

Форма контроля – устный опрос.

Тема 7.1. Модель ARIMA и сезонная модель SARIMA. (2 ч.)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- простые и сезонные разности – способ вычисления и условия применения;

- понятия аддитивной и мультипликативной сезонности и способы их учета в модели;

- понятия обычных и сезонных компонентов AR, I, MA модели SARIMA.

Форма контроля – устный опрос.

Тема 8.1. Типовая структура модели экономического временного ряда и методы ее декомпозиции. (2 ч.)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- тренды;
- сезонные и циклические изменения;
- структурные изменения;
- случайные ошибки наблюдения;
- методы декомпозиции (выделения) компонент временного ряда.

Форма контроля – устный опрос.

Тема № 11.1. Многомерные модели в виде системы одновременных уравнений SSE. (2 ч)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- условия идентифицируемости моделей SSE;
- методы решения систем линейных алгебраических уравнений, используемые для оценивания моделей SSE;
- проблемы практического применения моделей SSE.

Форма контроля – устный опрос.

Примерная тематика лабораторных занятий

Занятие № 1. Статистическое моделирование временных рядов.

Занятие № 2. Статистическое моделирование временных рядов с нарушениями традиционных модельных предположений.

Занятие № 3. Построение и тестирование эконометрических моделей по тестовым модельным данным.

Занятие № 4. Построение регрессионных моделей с детерминированными трендами при выполнении традиционных предположений.

Занятие № 5. Построение регрессионных моделей с детерминированными трендами и структурными изменениями при выполнении традиционных предположений.

Занятие № 6. Построение регрессионных моделей с детерминированными трендами с автокоррелированными и гетероскедастичными ошибками.

Занятие № 7. Учет структурных и сезонных изменений с помощью фиктивных переменных.

Занятие № 8. Сезонная корректировка экономических временных рядов.

Занятие № 9. Выделение цикла экономического временного ряда с помощью метода Ходрика – Прескотта.

Занятие № 10. Построение моделей с условной гетероскедастичностью ARCH и GARCH.

Занятие № 11. Тестирование экономических и финансовых временных рядов на «единичные корни».

Занятие № 12. Построение моделей ARIMA и SARIMA.

Занятие № 13. Прогнозирование на основе моделей ARIMA.

Занятие № 14. Особенности построения регрессионных моделей по экономическим временным рядам.

Занятие № 15. Тестирования коинтегрированности на основе анализа остатков долгосрочной зависимости.

Занятие № 16. 59. Построение и тестирование модели коррекции ошибок на основе подхода Энгла-Грейнджера.

Занятие № 17. Тестирование ранга коинтеграции на основе тестов максимального собственного значения и следа матрицы.

Занятие № 18. Построение модели VECM с помощью подхода Йохансена.

Занятие №19. Модель MS-LR и ее модели в задаче анализа бизнес-цикла

Занятие № 20. Модель MIDAS и ее применение в задачах наукастинга

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

Практико-ориентированный подход предполагает:

- освоение содержания дисциплины через решение практических задач эконометрического анализа и моделирования;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Студенты самостоятельно выполняют следующую работу:

- осуществляют углубленное изучение моделей и методов анализа данных по избранным темам с использованием рекомендуемой литературы;
- выполняют задания лабораторного практикума в полном объеме с использованием различных статистических пакетов;
- готовят отчет с результатами проведенных исследований в соответствии с установленными требованиями;
- работают над устранением недостатков в отчетах.

Наиболее интересные результаты представляются на заседаниях студенческого научного кружка и СНИЛ по компьютерному анализу и моделированию данных, а также на студенческих научных конференциях.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются наличием и полной доступностью электронных (и бумажных) курсов лекций, учебно-методических материалов по основным темам дисциплины, компьютерных тестовых заданий и данных для их выполнения на портале <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=249>

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятия эконометрики и эконометрической модели. Классификация эконометрических моделей.
2. Общий вид, основные этапы построения и назначение эконометрических моделей.
ОЛСМ. Традиционные предположения.
3. МНК-оценка вектора параметров ОЛСМ и ее свойства.
4. МНК-оценка дисперсии ошибок наблюдения и ее свойства.
5. Прогнозирование на основе ОЛСМ. Оценка точности регрессионного прогноза.
6. Построение МП-оценок параметров ОЛСМ.
7. Свойства МП-оценок параметров ОЛСМ и связанных с ними статистик.
8. Определение и примеры ОЛСМ с общими линейными ограничениями.
9. Оценивание параметров ОЛСМ с общими линейными ограничениями.
10. Свойства МП-оценок параметров ОЛСМ с общими линейными ограничениями.
11. Статистический критерий проверки общих линейных ограничений в ОЛСМ.
12. Учет линейных ограничений на параметры ОЛСМ при использовании обычного МНК.
13. Проблема адекватности ОЛСМ. Коэффициент детерминации модели и его свойства. Скорректированный коэффициент детерминации.
14. Проверка гипотез о значениях коэффициентов регрессии в ОЛСМ.
15. Проверка гипотез о значимости коэффициентов регрессии в ОЛСМ.
16. Интервальные оценки коэффициентов регрессии ОЛСМ.
17. Проверка адекватности ОЛСМ в целом.
18. Модели с детерминированным трендом и методы их построения.
19. Проблема структурных изменений в ОЛСМ. Примеры ОЛСМ со структурными изменениями
20. Анализ и учет структурных изменений в ОЛСМ с помощью фиктивных переменных.
21. Тест структурных изменений в ОЛСМ.
22. Обобщенная ЛСМ. Свойства «обычной» МНК-оценки параметров обобщенной модели.
23. Обобщенные МНК-оценки параметров при нарушении традиционных предположений относительно случайных ошибок в ОЛСМ и их свойства.
24. Общая схема построения обобщенной МНК-оценки параметров ОЛСМ.
25. Проблема оценивания весовой матрицы при построении ОМНК-оценки.

26. ОЛСМ с гетероскедастичными ошибками и принципы ее построения. Модели гетероскедастичности.
27. Тест межгрупповой гетероскедастичности и тест Голдфельда – Куандта.
28. Тест Уайта. Коррекция стандартных ошибок по Уайту.
29. ОЛСМ с автокоррелированными ошибками. Процедура Кохрейна – Оркатта
30. Анализ автокорреляции остатков на основе статистики и теста Дарбина – Уотсона
31. Проблема мультиколлинеарности (МК) факторов в ОЛСМ. Количественные меры и эффекты МК факторов.
32. Условие мультиколлинеарности факторов. Способы смягчения и устранения мультиколлинеарности.
33. Стационарный временной ряд и его характеристики.
34. Определение и свойства модели авторегрессии $AR(p)$. Модель $AR(1)$ и ее характеристики.
35. Определение и свойства модели скользящего среднего $MA(q)$. Модель $MA(1)$ и ее характеристики.
36. Модель $ARMA(p,q)$: условия стационарности и обратимости, свойства АКФ и ЧАКФ.
Модель $ARMA(1,1)$ и ее характеристики.
37. Идентификация модели $ARMA(p,q)$ на основе анализа коррелограмм и информационных статистик
38. Понятие интегрируемого случайного процесса и $ARIMA$ -модели.
39. Подход Бокса – Дженкинса. Построение сезонной модели $SARIMA$.
40. Прогнозирование на основе модели $ARIMA$. Примеры прогнозных функций.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Классификация моделей нестационарных экономических временных рядов.
2. Типовая структура модели экономического временного ряда.
3. Методы сезонной корректировки экономических временных рядов.
4. Метод Ходрика – Прескотта и его применение для выделения цикла.
5. Процессы «единичного корня».
6. Модель случайного блуждания и понятие стохастического тренда.
7. «Взрывные» случайные процессы и их свойства.
8. Тесты единичного корня Дики – Фуллера. Условия их корректного применения.
9. Тестирование процессов единичного корня в условиях структурных изменений. Модифицированный тест Дики – Фуллера $BPUR$.
10. Метод Баи – Перрона и его применение в условиях множественных структурных изменений.
11. Модели временных рядов с «безусловной» гетероскедастичностью и методы их построения.
12. Признаки условной гетероскедастичности в экономических временных рядах.
13. Модель $ARCH$ и ее свойства.

14. Модель GARCH и ее свойства.
15. Построение моделей с условной гетероскедастичностью. ARCH LM-тест.
16. Особенности построения регрессионных моделей по экономическим временным рядам. Понятие ложной регрессии.
17. Многомерные модели в виде системы одновременных уравнений SSE.
18. Методы оценивания модели в виде системы одновременных уравнений SSE.
19. Определение и экономическая интерпретация коинтегрируемости временных рядов. Понятие механизма коррекции ошибок.
20. Процедура тестирования коинтегрированности на основе анализа остатков долгосрочной зависимости. Тесты Энгла – Грейнджера.
21. Построение модели коррекции ошибок на основе подхода Энгла – Грейнджера.
22. Модель VAR и методы ее построения. Представление VAR в форме коррекции ошибок.
23. Тестирование ранга коинтеграции на основе тестов Йохансена: теста максимального собственного значения и теста следа матрицы.
24. Модель VECM. Построение модели VECM с помощью подхода Йохансена.
25. Проблема анализа циклических изменений экономических временных рядов.
26. Понятие бизнес-цикла.
27. Модель MS-LR: общая характеристика модели и условий ее применения.
28. Применение модели MS-LR в задаче анализа бизнес-цикла.
29. Проблемы построения эконометрических моделей по агрегированным данным.
30. Общая характеристика моделей по данным смешанной частоты и условий их применения.
31. Модель регрессии MIDAS по данным смешанной частоты и примеры ее применения.
32. Общая характеристика метода построения модели MIDAS.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

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)
Отсутствует			

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математического моделирования и анализа данных (протокол № _____ от _____).

Заведующий кафедрой

доктор эконом. наук, доцент

(ученая степень, звание)

(подпись)

В.И. Малюгин

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

канд. физ.-мат. наук, доцент

(ученая степень, звание)

(подпись)

Ю.Л. Орлович

(И.О. Фамилия)