

Одобрена на заседании  
Ученого Совета 30 мая 2022 г.  
Протокол №4

УТВЕРЖДАЮ:  
РЕКТОР АНО ВО «КИТ Университет»  
\_\_\_\_\_ В.А. Никулин

\_\_\_\_\_ 2022 г.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
Экономика и управление проектами  
(наименование образовательной программы)

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

Б1.О.03 Эконометрика (продвинутый уровень)  
(код и наименование РПД)

Эконометрика  
(сокращенное наименование дисциплины)

Магистратура  
(уровень образования)

38.04.01 Экономика  
(код и наименование направления подготовки)

Очная, заочная  
формы обучения

Ижевск, 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Содержание и структура дисциплины.....	7
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине ... ..	11
5. Методические материалы для освоения дисциплины.....	51
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" .....	63
6.1. Основная литература.....	63
6.2. Дополнительная литература.....	64
6.3. Нормативные правовые документы... ..	64
6.4. Интернет-ресурсы.....	65
6.5. Иные источники.....	65
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	65

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Эконометрика (продвинутый уровень)», соотнесённых с планируемыми результатами освоения программы.**

1.1. Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» обеспечивает овладение следующих компетенций, формирование которых начинается в течение изучения данной дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента компетенции
ОПК ОС -3	Способен применять продвинутые инструментальные методы экономического анализа при решении практических и (или) исследовательских задач	ОПК ОС -3/1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.
ОПК ОС -5	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении практических и (или) исследовательских задач	ОПК ОС -5/1	Способность применять современные информационные технологии.

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы следующие знания, умения и навыки:

**Соответствие результатов обучения функциям профессионального стандарта и профессиональным задачам**

Обобщенная трудовая функция	Трудовые функции	Профессиональные задачи	Код компонента компетенции	Результаты обучения
Реализация инвестиционного проекта	Управление эффективностью инвестиционного проекта	Организация и проведение научных исследований, в том числе статистических обследований и опросов; разработка теоретических и эконометрических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к сфере профессиональной деятельности,	ОПК ОС - 3/1	<p><i>знания:</i></p> <p>по построению и применению эконометрических моделей при принятии эффективных финансово-экономических решений задач, входящих в сферу деятельности аналитических отделов экономических и финансовых служб, банков различных типов, страховых и консалтинговых компаний, налоговых инспекций, различных фирм и предприятий</p> <p><i>умение:</i></p> <p>строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические и</p>

		<p>оценка и интерпретация полученных результатов;</p> <p>Подготовка заданий и разработка проектных решений с учетом фактора неопределенности;</p> <p>Проведение оценки эффективности проектов с учетом фактора неопределенности</p>	<p>ОПК ОС - 5/1</p>	<p>эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты;</p> <p>прогнозировать на основе стандартных теоретических и эконометрических моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений, на микро - и макроуровне;</p> <p>строить эконометрические модели парной и множественной линейной и нелинейной регрессии и проводить корреляционный анализ;</p> <p>строить эконометрические модели в виде системы эконометрических одновременных уравнений;</p> <p>строить эконометрические модели типа временных рядов, обладать навыками эконометрического оценивания и прогнозирования экономических явлений;</p> <p>использовать современные компьютерные технологии и соответствующие пакеты прикладных программ при разработке многомерных эконометрических моделей;</p> <p><i>навыки:</i></p> <p>построения разного уровня эконометрических моделей;</p> <p>использования современных методик расчета и анализа социально-экономических показателей, характеризующих экономические процессы и явления на микро - и макроуровне;</p> <p>самостоятельной работы, самоорганизации и организации выполнения поручений.</p>
--	--	---	---------------------	--

## 2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина Б1.О.03 «Эконометрика (продвинутый уровень)» в образовательной программе высшего образования (ОП ВО) «Экономика и управление проектами» включена в обязательную часть блока дисциплин Б1. Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» изучается на втором курсе. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц. Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (далее - ДОТ): лекции, практические занятия, самостоятельная работа с применением ЭО и ДОТ.

Таблица 2.

Количество академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем и самостоятельную работу

Вид учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины, час.				
	Всего	Семестр (триместр), курс <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
<i>Очная форма обучения</i>					
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>			
лекционного типа (Л)	32	32			
лабораторные работы (практикумы) (ЛР)					
практического (семинарского) типа (ПЗ)	32	32			
контролируемая самостоятельная работа обучающихся (КСР)					
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>80</b>	<b>80</b>			
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>форма</b>	<i>Экзамен</i>	<i>Экз.</i>		
	<b>час.</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		
<b>Общая трудоемкость (час. / з.е.)</b>	<b>180/5</b>	<b>180/5</b>			

Примечание: 1 – семестр (триместр) – для очной формы обучения, курс – для заочной формы обучения.

Вид учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины, час.			
	Всего	Курс		
		1	2	3
<i>Заочная форма обучения</i>				
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:</b>	<b>24</b>	<b>24</b>		
лекционного типа (Л)	12	12		
лабораторные работы (практикумы) (ЛР)				
практического (семинарского) типа (ПЗ)	12	12		
контролируемая самостоятельная работа обучающихся (КСР)				
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>147</b>	<b>147</b>		
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>форма</b>	<i>Экзамен</i>	<i>Экз.</i>	
	<b>час.</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	
<b>Общая трудоемкость (час. / з.е.)</b>	<b>180/5</b>	<b>180/5</b>		

Данная дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ). Распределение видов учебной работы, форматов текущего контроля представлены в таблице:

Вид учебной работы	Формат проведения
Лекционные занятия	С применением ЭО и ДОТ
Практические занятия	С применением ЭО и ДОТ
Самостоятельная работа	С применением ЭО и ДОТ

Промежуточная аттестация	С применением ЭО и ДОТ
<b>Формы текущего контроля</b>	<b>Формат проведения</b>
Тестирование	В системе дистанционного обучения (СДО)
Выполнение практико-ориентированных заданий	В системе дистанционного обучения (СДО)
Эссе	В системе дистанционного обучения (СДО)
Ответ на практическом занятии, участие в дискуссии	В системе дистанционного обучения (СДО)

Доступ к системе дистанционных образовательных осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется студенту в деканате.

Все формы текущего контроля, проводимые в системе дистанционного обучения, оцениваются в системе дистанционного обучения. Доступ к видео и материалам лекций предоставляется в течение всего семестра. Доступ к каждому виду работ и количество попыток на выполнение задания предоставляется согласно размещенному регламенту дисциплины, опубликованному в СДО. Преподаватель оценивает выполненные обучающимся работы не позднее 10 рабочих дней после окончания срока выполнения.

### 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.

#### 1. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, ак. час./час.				СР	Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛР	ПЗ			КСР
<b>Очная форма обучения</b>								
Тема 1	Регрессионный анализ и эндогенность	16	4		4		8	ДЗ
Тема 2	Оценка систем уравнений	12	2		2		8	ДЗ
Тема 3	Модели панельных данных.	16	4		4		8	ДЗ
Тема 4	Нелинейные модели и отбор	12	2		2		8	ДЗ
Тема 5	Адаптивные методы анализа временных рядов. Прогнозирование по моделям ARMA, ARIMA.	16	4		4		8	ДЗ
Тема 6	Причинность и блочная экзогенность.	12	2		2		8	ДЗ
Тема 7	Методология векторных авторегрессий (VAR).	16	4		4		8	ДЗ
Тема 8	Байесовский подход. Введение в фильтр Калмана Байесовские VAR.	10	2		2		6	ДЗ
Тема 9	Нелинейные модели временных рядов. Модели временных рядов с условной гетероскедастичностью	14	4		4		6	ДЗ
Тема 10	Дробно-интегрированные ряды. Нелинейные преобразования и	10	2		2		6	ДЗ

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, ак. час./час.					СР	Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
<b>Очная форма обучения</b>								
	единичные корни. Сезонные единичные корни.							
Тема 11	Практические вопросы коинтеграционного анализа нестационарных временных рядов. Динамический метод наименьших квадратов	10	2		2		6	ДЗ
<b>Промежуточная аттестация</b>		36						Экзамен
<b>Всего:</b>		180	32		32		80	
<b>Заочная форма обучения</b>								
Тема 1	Регрессионный анализ и эндогенность	17	2		2		13	ДЗ
Тема 2	Оценка систем уравнений	15	1		1		13	ДЗ
Тема 3	Модели панельных данных.	15	1		1		13	ДЗ
Тема 4	Нелинейные модели и отбор	15	1		1		13	ДЗ
Тема 5	Адаптивные методы анализа временных рядов. Прогнозирование по моделям ARMA, ARIMA.	15	1		1		13	ДЗ
Тема 6	Причинность и блочная экзогенность.	15	1		1		13	ДЗ
Тема 7	Методология векторных авторегрессий (VAR).	15	1		1		13	ДЗ
Тема 8	Байесовский подход. Введение в фильтр Калмана Байесовские VAR.	15	1		1		13	ДЗ
Тема 9	Нелинейные модели временных рядов. Модели временных рядов с условной гетероскедастичностью	15	1		1		13	ДЗ
Тема 10	Дробно-интегрированные ряды. Нелинейные преобразования и единичные корни. Сезонные единичные корни.	15	1		1		13	ДЗ
Тема 11	Практические вопросы коинтеграционного анализа нестационарных временных рядов. Динамический метод наименьших квадратов	19	1		1		17	ДЗ
<b>Промежуточная аттестация</b>		9						Экзамен
<b>Всего:</b>		180	12		12		147	

## Содержание дисциплины

### Тема 1. Регрессионный анализ и эндогенность.

Этапы эмпирического анализа экономических задач. Типы данных. Структурное и неструктурное моделирование. Причинно-следственная связь и принцип *ceterisparibus*. Условное математическое ожидание.

Классическая линейная модель регрессии. Оценка методом наименьших квадратов. Вывод МНК-оценок. Метод моментов – определение и пример. Подобранные значения и остатки. Качество подбора. Коэффициенты регрессии, изменение масштаба. Простейшие способы учета нелинейности. Моменты МНК-оценок, их несмещенность, дисперсия оценок. Оценка дисперсии ошибок.

Модель регрессии с многими объясняющими переменными. МНК-оценки для множественной регрессии. Теорема Гаусса – Маркова. Оценка дисперсии ошибки. Матрица ковариации оценок. Интерпретация коэффициентов.

Оценивание условного ожидания и прогнозирование.

Построение доверительных множеств и проверка гипотез. Распределения МНК-оценок коэффициентов и остаточной суммы квадратов, *t*-статистика. Доверительные интервалы для отдельных коэффициентов, основанные на значениях *t*-статистик. Проверка гипотез: критическое множество и уровень значимости статистического критерия, мощность критерия при простой альтернативе. Проверка гипотез о значениях коэффициентов с использованием *t*-статистики. Наблюденный уровень значимости (*P*-значение).

Случайные регрессоры. Асимптотические свойства МНК-оценок. Состоятельность. Тестирование гипотез с использованием асимптотических свойств.

Тестирование произвольных ограничений на коэффициенты. *F*-статистика.

Проблемы множественной регрессионной модели. Выбор функциональной формы. Ошибки спецификации. Тестирование на ошибки спецификации. Коррелированные регрессоры. Проблема мультиколлинеарности. Пропущенные переменные. Смещение оценок. Прокси-переменные. Бинарные и дискретные объясняющие переменные. Сгенерированные регрессоры. Переменные, измеренные с ошибкой. Неслучайная выборка и пропущенные наблюдения.

Проблема гетероскедастичности. Тестирование гипотез при наличии гетероскедастичности. Тестирование на присутствие гетероскедастичности. Обобщенный МНК. Доступный ОМНК.

Эндогенность. Источники эндогенности. Смещение в МНК-оценках из-за эндогенности. Инструментальные переменные. Требования к инструментальным переменным. 2-ступенчатый МНК. Состоятельность, асимптотическая нормальность и эффективность. Тестирование гипотез. Тестирование гипотез в присутствии гетероскедастичности. Проблемы 2-ступенчатого МНК. Слабые инструменты. Тесты на эндогенность. Тест условий сверхидентификации.

### Тема 2. Оценка систем уравнений.

МНК для систем уравнений. Экзогенность объясняющих переменных. Строгая экзогенность. Примеры систем: внешне не связанные уравнения (SUR), панельные данные. Вид матрицы ковариации ошибок. Оценка объединенным МНК. Оценка ОМНК и доступным ОМНК. Асимптотические свойства. Тестирование гипотез. Оценка внешне не связанных уравнений с ограничениями на параметры.

Оценка систем уравнений с помощью инструментальных переменных. 2-ступенчатый МНК для систем уравнений. 3-ступенчатый МНК. Обобщенный метод моментов. Матрицы весов. Оптимальная матрица весов. Выбор метода оценки систем. Тестирование гипотез.

Системы одновременных уравнений. Экономические задачи, приводящие к системам одновременных уравнений. Идентификация. Условия исключения. Сокращенная форма. Линейные ограничения общего вида. Условия идентификации, отсутствия идентификации, точной идентификации и сверхидентификации. Эффективная оценка параметров сокращенной формы.



Идентификация на основе произвольных ограничений между уравнениями. Идентификация на основе ограничений на матрицу ковариации. Нелинейность по эндогенным переменным.

### Тема 3. Модели панельных данных.

Мотивация: проблема пропущенных переменных. Фиксированные эффекты, случайные эффекты. Предположения об ошибках: строгая экзогенность объясняющих переменных, поперечная экзогенность. Оценки уравнения в разностях. Оценки панелей со случайными эффектами. Оценки панелей с фиксированными эффектами. Тест Хаусмана. Кластеризация наблюдений.

### Тема 4. Нелинейность и отбор

Дискретные зависимые переменные. Линейная модель вероятности. Пробит-модель. Логистическая модель. Оценка методом максимального правдоподобия. Эндогенность в объясняющих переменных. Множественная логистическая модель. Упорядоченные логистические и пробит-модели.

Цензурированные регрессии и неслучайные выборки. Тобит-модели. Гетерогенность и эндогенность в тобит-моделях. Селективная выборка. тестирование и коррекция смещения селективной выборки

Оценка программ и экспериментов. Проблема дизайна экспериментов и самоотбор. Методы оценки с использованием propensity score. Методы оценки с использованием инструментальных переменных.

### Тема 5. Адаптивные методы анализа временных рядов. Прогнозирование по моделям ARMA, ARIMA.

Сглаживание временного ряда. Прогнозирование будущих значений временного ряда. Скользящие средние. Фильтр Ходрика – Прескотта. Простое экспоненциальное сглаживание. Двойное экспоненциальное сглаживание, метод Брауна. Метод Хольта. Метод Хольта – Винтерса. Фильтр Бакстера – Кинга. Прогнозирование по моделям ARMA, ARIMA.

### Тема 6. Причинность и блочная экзогенность.

Понятия причинности по Грейнджеру и блочной экзогенности одной группы переменных относительно другой группы переменных.

### Тема 7. Методология векторных авторегрессий (VAR).

Методология VAR и ее инструментарий (функции импульсного отклика и декомпозиции дисперсий ошибок прогнозов). Примеры использования методологии VAR для конкретных статистических данных, возникающие при этом затруднения.

### Тема 8. Байесовский подход. Введение в фильтр Калмана. Байесовские VAR.

Суть байесовского подхода, его отличие от частотного (классического) подхода. Переход от априорного распределения к апостериорному. Сопряженные распределения. Байесовские точечные оценки. Байесовские доверительные интервалы. Байесовская проверка гипотез. Байесовские выводы в модели нормальной линейной регрессии.

Методы получения выборок из апостериорного распределения. Сэмплирование по Гиббсу. Алгоритм Метрополиса. Алгоритм Метрополиса – Гастингса.

Байесовский подход в моделях пространства состояний. Фильтр Калмана. Конструкция алгоритма. Фильтрация и сглаживание. Структурные модели временных рядов.

Байесовские VAR. Априорное распределение Миннесоты/Литтермана.

#### Тема 9. Нелинейные модели временных рядов.

Модели временных рядов с условной гетероскедастичностью; мотивация к их использованию. Модель ARCH, ее недостатки. Тестирование на ARCH-эффект. Модели AR/ARCH. Стандартизованные остатки. Обобщенная ARCH-модель (GARCH), ее преимущества и недостатки. Тестирование на GARCH эффект. Модели AR/GARCH. Модель IGARCH. Модели с эффектом рычага: EGARCH, TARARCH.

Кривая влияния новостей. Проверка гипотезы об отсутствии асимметрии влияния плохих и хороших новостей. Компонентная GARCH. Модель GARCH-in-Mean. Многомерные модели GARCH.

#### Тема 10. Дробно-интегрированные ряды. Нелинейные преобразования и единичные корни. Сезонные единичные корни.

Дробно-интегрированные временные ряды. Модель ARFIMA.

Проверка гипотезы единичного корня и нелинейные преобразования временных рядов. Выбор между проверкой наличия единичного корня в уровнях и проверкой наличия единичного корня в логарифмах уровней.

Мотивация к рассмотрению моделей с сезонными единичными корнями. Проверка гипотез о наличии у временного ряда сезонных единичных корней.

#### Тема 11. Практические вопросы коинтеграционного анализа нестационарных временных рядов. Динамический метод наименьших квадратов.

Методы оценивания долговременной связи между нестационарными временными рядами. Оценивание в треугольной модели. Оценивание ранга коинтеграции методом Йохансена. Динамический метод наименьших квадратов. Динамический метод наименьших квадратов для коинтегрированных рядов первого порядка интегрированности. Динамический метод наименьших квадратов для системы коинтегрированных рядов, содержащей ряды первого и второго порядков интегрированности.

### **4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

С применением ДОТ проводятся тестирования, выполнение практико-ориентированных заданий, консультирование обучающихся. Для успешного освоения курса учащемуся рекомендуется ознакомиться с литературой, размещенной в разделе 6, и материалами, выложенными в ДОТ.

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

**4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:**

- при проведении занятий лекционного типа (с ДОТ): тестирование (ДОТ);
- при проведении занятий семинарского типа (с ДОТ): опрос (видеоконференция в Microsoft Teams, асинхронный режим, синхронный режим, выполнение письменных работ в СДО; преподаватель, реализующий дисциплину, определяет самостоятельно планы семинарских занятий;
- при контроле результатов самостоятельной работы студентов (с ДОТ): эссе / тестирование (ДОТ);

#### **4.1.2. Промежуточная аттестация проводится в форме: экзамена.**

Экзамен проводится с использованием электронного обучения с использованием всех возможных средств дистанционного взаимодействия и базы СДО Академии.

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

Текущий контроль представляет собой регулярно осуществляемую проверку усвоения учебного материала.

**Тема 1.** Проблемы обоснования эконометрической модели. Методы оценки параметров линейных эконометрических моделей

**Задание №1**

Анализируются объём сбережений домохозяйства  $S_t$  за 10 лет. Предполагается, что его размер  $S_t$  в текущем году  $t$  зависит от величины  $Y_{t-1}$  располагаемого дохода  $Y_t$  в предыдущем году и от величины  $Z_t$  реальной процентной ставки в рассматриваемом году. Статистические данные представлены в таблице

Год	$Y_{t-1}$ тыс. у.е.	$Z_t$ %	$S_t$ тыс. у.е.
2000	100	2	20
2001	110	2	25
2002	140	3	30
2003	150	2	30
2004	160	3	35
2005	160	4	38
2006	180	4	40
2007	200	3	38
2008	230	4	44
2009	250	5	50
2010	260	5	55

Необходимо:

1. По МНК оценить коэффициенты  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  линейной регрессии  $S_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Z_t + \xi_t$
2. Оценить статистическую значимость найденных эмпирических коэффициентов регрессии  $b_0, b_1, b_2$   $\hat{S} = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Z_t$
3. Построить 95%-е доверительные интервалы для найденных коэффициентов.
4. Вычислить коэффициент детерминации  $R^2$  и оценить его значимость при  $\alpha = 0.05$
5. Определить, какой процент разброса зависимой переменной объясняется данной регрессией
6. Сравнить коэффициент детерминации  $R^2$  со скорректированным коэффициентом детерминации  $\bar{R}^2$
7. Вычислить статистику DW Дарбина - Уотсона и оценить наличие автокорреляции
8. Сделать выводы по качеству построенной модели.
9. Определить, увеличивается или уменьшается объём сбережений с ростом процентной ставки, будет ли ответ статистически обоснованным.
10. Спрогнозировать средний объём сбережений в 2011 году, если предполагаемый доход составит 270 тыс.у.е., а процентная ставка будет равна 5%.

**Задание 2.** В некоторой стране годовая зарплата  $Y$  каждого индивидуума определяется по формуле

$$Y = 10000X + 500S + 200T,$$

где  $S$  – число лет обучения индивидуума,  $T$  – его трудовой стаж (в годах),  $X$  – возраст. Рассчитайте  $Cov(X, Y)$ ,  $Cov(X, S)$  и  $Cov(X, T)$  для выборки из 5 индивидуумов, представленной ниже, и проверьте, что

$$Cov(X, Y) = 500 Cov(X, S) + 200 Cov(X, T).$$

Объясните аналитически, почему так происходит.

Индивидуум	Возраст	Годы обучения	Трудовой стаж	Заработная плата
1	18	11	1	15 700
2	29	14	6	18 200
3	33	12	8	17 600
4	35	16	10	20 000
5	45	12	5	17 000

**Задание 3.** Для трех видов продукции А, В и С модели зависимости удельных постоянных расходов от объема выпускаемой продукции выглядят следующим образом:

$$y_A = 600;$$

$$y_B = 80 + 0,7x;$$

$$y_C = 40x^{0.5}.$$

- Определите коэффициенты эластичности по каждому виду продукции и поясните их смысл
- Сравните при  $x = 1000$  эластичность затрат для продукции В и С
- Определите, каким должен быть объем выпускаемой продукции, чтобы коэффициенты эластичности для продукции В и С были равными.

**Задание 4.** По совокупности 30 предприятий торговли изучается зависимость между признаками:

$x$  – цена на товар, тыс. руб.;

$y$  – прибыль торгового предприятия, млн. руб.

При оценке регрессионной модели были получены следующие промежуточные результаты:

$$\sum (y_i - \bar{y}_i)^2 = 39000;$$

$$\sum (x_i - \bar{x}_i)^2 = 120000.$$

- Какой показатель корреляции можно определить по этим данным? Рассчитайте его
- Постройте таблицу дисперсионного анализа для расчета значения F-критерия Фишера
- Сравните фактическое значение F-критерия с табличным. Сделайте выводы.

**Задание 5.** Что произойдет с МНК- оценкой в множественной у регрессии на  $x_1$  и  $x_2$ ,

- если добавить константу  $c_1$  к каждому наблюдению  $x_1$  и другую константу  $c_2$  к каждому наблюдению  $x_2$ ?
  - если переменные  $x_1$  и  $x_2$  заменить их отклонениями от средних значений?
  - если умножить зависимую переменную  $y$  на константу?
- если на константу умножить какой-либо регрессор?

**Задание 6.** Рассмотрим оценку вида  $\tilde{\beta} = ((X'X)^{-1} + \gamma I)X'Y$  для вектора коэффициентов регрессии  $Y = X\beta + \varepsilon$  ( $I$  - единичная матрица размерности  $k$ ).

- Найдите математическое ожидание, матрицу ковариаций оценки  $\tilde{\beta}$ .

б) Можно ли найти такое  $\gamma$ , что оценка  $\tilde{\beta}$  более эффективна, чем оценка метода наименьших квадратов  $\hat{\beta}$ .

**Задание 7.** По 7 однотипным фирмам ( $i$  – номер фирмы) имеются данные за год по зависимости цены товара  $y_i$ , руб. от дальности его перевозки  $x_{i1}$ , км и расходов на рекламу в месяц  $x_{i2}$ , тыс.руб. Требуется построить выборочное уравнение линейной множественной регрессии, протестировать полученную эконометрическую модель с помощью критериев  $R^2, t, F, DW$

	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$y_i$
1	12	10	48.72
2	19	14	53.01
3	17	10	51.39
4	27	11	73.71
5	21	6	67.16
6	22	7	69.27
7	10	12	42.09

### Вопросы для обсуждения:

1. Каковы предпосылки классического метода наименьших квадратов (МНК)?
2. В чем суть МНК?
3. Приведите формулы расчета оценок коэффициентов линейной модели по МНК.
4. Какими свойствами обладают МНК - оценки классической эконометрической модели?
5. Перечислите свойства фактической ошибки эконометрической модели.
6. Каким образом тестируется условие постоянства дисперсии ошибки модели.

### Тема 2. Модели множественной регрессии. Нелинейные модели регрессии

**Задание 1.** Могут ли следующие уравнения быть преобразованы в уравнения, линейные по параметрам? Покажите.

а)  $y_i = \alpha \exp(\beta x_i) \varepsilon_i$ ;

б)  $y_i = \alpha \exp(-\beta x_i) + \varepsilon_i$ ;

в)  $y_i = \exp(\alpha + \beta x_i + \varepsilon_i)$ ;

г)  $y_i = \alpha / (\beta - x_i) + \varepsilon_i$ .

**Задание 2..** Определите, какие из представленных функций линейны по переменным, линейны по параметрам, не являются линейными ни по переменным, ни по параметрам.

а)  $y = a + bx^3 + \varepsilon$ ;

б)  $y = a + b \ln x + \varepsilon$ ;

в)  $\ln y = a + b \ln x + \varepsilon$ ;

г)  $y = a + bx^c + \varepsilon$ ;

д)  $y^a = b + cx^2 + \varepsilon$ ;

е)  $y = 1 + a(1 - x^b) + \varepsilon$ ;

ж)  $y = a + \frac{bx}{10} + \varepsilon$ .

**Задание 3.** Изучалась зависимость вида  $y = ax^b$ . Для преобразованных в логарифмах переменных получены следующие данные:

$$\sum xy = 4,2087; \sum x = 8,2370; \sum x^2 = 9,2334; \sum y = 3,9310; \sum (y - \hat{y})^2 = 0,0014.$$

а) Определите параметр  $b$

б) Найдите показатель корреляции, предполагая  $\sigma_y = 0,08$ . Оцените его значимость, если известно, что  $n = 9$ .

**Задание 4.** По 20 регионам страны изучается зависимость уровня безработных  $y$  (%) от индекса потребительских цен  $x$  (% к предыдущему году). Информация о логарифмах исходных показателей представлена в таблице.

Показатель	$\ln x$	$\ln y$
Среднее значение	0,6	1,0
Среднее квадратическое отклонение	0,4	0,2

Известно, что коэффициент корреляции между логарифмами исходных показателей составил 0,8.

а) Постройте уравнение регрессии зависимости уровня безработицы от индекса потребительских цен в степенной форме

б) Дайте интерпретацию коэффициента эластичности данной модели регрессии

в) Определите значение коэффициента детерминации и поясните его смысл.

**Задание 5.** Построить эконометрическую модель производственной функции типа Кобба - Дугласа  $Y = AK^\alpha L^\beta \xi$  на основе приведённых табличных данных.

Валовой внутренний продукт США (в млрд. долларах, в ценах 1987 года) вырос с 1960 по 1996 год в среднем в 2.82 раза, основные фонды за этот период увеличились в среднем в 2.88 раза, а число занятых в 1,93 раза.

Провести верификацию параметров эконометрической модели с помощью индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ .

Таблица

Годы	К (осн. фонды)	L(зан)	Y(ВВП)
1960	4232	430	8425.23
1961	4452.7	433.876	8777.46
1962	4673.4	451.752	9130.69
1963	4894.1	455.628	9485.00
1964	5114.8	473.504	9840.42
1965	5328.5	477.38	10197.01
1966	5549.2	495.256	10554.79
1967	5776.9	499.132	10913.78
1968	5990.6	517.008	11274.02
1969	6218.3	520.884	11635.50
1970	6432	538.36	11998.25
1971	6659.7	542.636	12362.26
1972	6873.4	553.512	12727.55
1973	7101.1	571.388	13094.10
1974	7314.8	575.264	13461.93
1975	7535.5	593.14	13831.03
1976	7763.2	597.016	14201.40
1977	7976.9	614.892	14573.03
1978	8204.6	618.768	14945.92
1979	8418.3	629.644	15320.05
1980	8639	647.52	15695.43
1981	8866.7	651.396	16072.05
1982	9080.4	669.271	16449.89

1983	9308.1	673.148	16828.95
1984	9521.8	684.024	17209.22
1985	9742.5	701.89	17590.69
1986	9970.2	705.776	17973.35
1987	10183.9	723.651	18357.19
1988	10404.6	727.528	18742.20
1989	10632.3	745.403	19128.38
1990	10846	756.279	19515.72
1991	11066.7	760.156	19904.19
1992	11294.4	771.032	20293.80
1993	11508.1	788.907	20684.54
1994	11728.8	792.784	21076.38
1995	11956.5	803.66	21469.34
1996	12147	819.56	21798.90

**Вопросы для обсуждения:**

1. Каковы причины нелинейности моделей?
2. По каким признакам классифицируются методы оценки параметров нелинейных моделей?
3. Охарактеризуйте методы с производными и без производных.
4. Опишите процедуру прямого поиска.
5. В чем состоит суть метода Гаусса?

**Тема 3. Модели с дискретными зависимыми переменными**

**Вопросы для обсуждения:**

1. В чем состоит суть моделей бинарного выбора?
2. Какие законы распределений наиболее часто используются в моделях бинарного выбора?
3. В чем состоят недостатки линейной модели вероятности?
4. Что собой представляют модели множественного выбора?
5. Каким образом моделируется выбор среди упорядоченных альтернатив?
6. Охарактеризуйте последствия построения модели усеченной выборки.

**Тема 4. Специальные методы построения регрессионных моделей.  
Использование фиктивных переменных в эконометрических моделях**

**Задание 1.** Брокерская фирма исследует вопрос об объемах продаж акций в зависимости от цены. Пусть  $X_i$  - средняя цена одной акции в  $i$ -ю неделю,  $Y_i$  - количество проданных акций. Ниже приведены данные за 30 недель.

Построить эконометрическую модель ценовой политики брокерской фирмы. Оценить качество построенной модели с помощью эконометрических критериев. Добиться значения критерия детерминации  $R^2$  не менее 0,96.

	$Y_i$	$X_i$
1	146340	62
2	138412	48
3	48235	123
4	97738	63
5	28456	142

6	41161	102
7	51000	105
8	143025	60
9	118529	71
10	32175	98
11	45232	96
12	45231	89
13	35885	114
14	153817	65
15	25684	125
16	45332	109
17	132657	65
18	48512	101
19	42327	113
20	75234	120
21	48659	123
22	123456	54
23	59864	62
24	78523	51
25	142365	35
26	48232	123
27	75214	112
28	42153	92
29	148250	46
30	124521	58

### Задание 2.

Исследуется надёжность станков трёх производителей А, В, С. При этом учитывается возраст станка М (в месяцах) и среднее время Т (в часах) безаварийной работы до последней поломки. Построить эконометрическую модель надёжности (среднего времени безаварийной работы) станочного парка предприятия. Оценить качество построенной модели с помощью эконометрических критериев - индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ . Выборка из 40 станков дала следующие результаты.

Фирма	Т	М	Фирма	Т	М
А	280	23	А	240	25
В	230	30	В	65	69
С	112	65	А	115	71
А	176	69	С	200	26
С	90	75	В	126	45
А	176	63	А	225	40
В	216	25	С	210	30
С	110	75	В	45	69
В	45	75	А	260	30
А	200	52	В	220	22
В	265	20	В	194	33
С	148	70	С	156	48



С	150	62	А	100	75
В	176	40	В	240	21
А	123	66	А	170	56
А	245	20	С	116	58
С	176	39	В	120	40
В	260	25	А	240	37
А	236	48	В	88	56
А	205	59	А	120	67

**Задание3.** Брокерская фирма исследует вопрос об объёмах продаж акций в зависимости от цены

Пусть  $X_i$  - средняя цена одной акции в  $i$ -ю неделю,  $Y_i$  - количество проданных акций

Ниже приведены данные за 30 недель.

Построить эконометрическую модель ценовой политики брокерской фирмы

Оценить качество построенной модели с помощью эконометрических критериев

Добиться значения критерия детерминации  $R^2$  не менее 0,96.

	$Y_i$	$X_i$
1	146340	62
2	138412	48
3	48235	123
4	97738	63
5	28456	142
6	41161	102
7	51000	105
8	143025	60
9	118529	71
10	32175	98
11	45232	96
12	45231	89
13	35885	114
14	153817	65
15	25684	125
16	45332	109
17	132657	65
18	48512	101
19	42327	113
20	75234	120
21	48659	123
22	123456	54
23	59864	62
24	78523	51
25	142365	35

26	48232	123
27	75214	112
28	42153	92
29	148250	46
30	124521	58

**Тема 5. Модели с переменной структурой. Временные ряды: аддитивные и мультипликативные модели тренда и сезонности.**

**Задание 1.** Разработать одномерную аддитивную модель временного ряда и сделать прогноз на три квартала вперёд, предварительно построив автокорреляционную функцию ряда для анализа его структуры.

Квартал	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	11	12	32	77	19	32	102	316	100	92
II	14	25	34	79	22	58	108	322	115	94
III	17	28	34	78	25	64	110	320	130	93
IV	14	32	29	73	21	71	93	300	113	88
I	16	40	26	66	23	87	84	270	123	81
II	22	45	28	59	29	97	92	244	153	74
III	22	40	27	65	29	87	87	268	153	80
IV	21	40	23	62	28	88	77	254	148	77
I	23	47	21	55	31	101	69	228	160	70
II	27	50	22	55	34	108	72	226	178	70
III	28	44	22	60	36	96	72	246	185	75
IV	26	51	16	55	33	109	54	226	173	70
I	29	58	14	47	36	124	48	194	188	62
II	34	63	17	43	42	134	59	180	215	58
III	34	64	14	40	41	135	50	168	213	55
IV	32	62	11	27	40	132	41	116	205	42

**Задание 2.** Разработать одномерную мультипликативную модель временного ряда и сделать прогноз на три квартала вперёд, предварительно построив автокорреляционную функцию ряда для анализа его структуры.

Квартал	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	413	1148	1086	2250	1213	146	417	313	581	313
II	728	1225	913	1329	2159	251	510	306	619	550
III	613	1504	891	1435	1813	213	305	293	759	463
IV	598	890	853	1527	1769	208	329	501	452	452
I	573	961	1476	1866	1693	200	349	413	487	433
II	988	1022	1213	1093	2939	338	425	396	518	745
III	813	1248	1161	1161	2413	280	253	373	631	613
IV	778	733	1093	1213	2309	268	268	631	373	587
I	733	778	1866	1476	2173	253	280	518	396	553

II	1248	813	1527	853	3719	425	338	487	413	940
III	1022	988	1435	891	3041	349	200	452	501	770
IV	961	573	1329	913	2857	329	208	759	293	724
I	890	598	2250	1086	2645	305	213	619	306	671
II	1504	613	1831	598	4487	510	251	579	313	1132
III	1225		1711		3649		143		371	

**Дополнительные вопросы для обсуждения:**

1. Охарактеризуйте причины изменчивости структуры модели и способы ее отображения в уравнении регрессии.
2. Каковы критерии постоянства и изменчивости структуры?
3. Перечислите типы моделей с переменной структурой.
4. Что собой представляют модели с переключениями?  
Охарактеризуйте модели с эволюционирующими коэффициентами

**Тема 6. Системы взаимосвязанных эконометрических моделей**

**Задание 1.** Имеются следующие экономические показатели национальной экономики, представленные в таблице:

Периоды времени	Темпы прироста %				экономически активного населения $X_3$	%безработных, $X_1$
	заработной платы, $Y_1$	цен, $Y_2$	дохода, $Y_3$	цен на импорт, $X_1$		
1	2	6	10	2	1	1
2	3	7	12	3	2	2
3	4	8	11	1	5	3
4	5	5	15	4	3	2
5	6	4	14	2	3	3
6	7	9	16	2	4	4
7	8	10	18	3	4	5

Определите параметры структурной модели следующего вида:

$$\begin{cases} Y_1 = b_{12}Y_2 + a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \varepsilon_1 \\ Y_2 = b_{21}Y_1 + b_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \varepsilon_2 \\ Y_3 = b_{31}Y_1 + a_{33}X_3 + \varepsilon_3 \end{cases}$$

**Задание 2.**

Имеется следующая гипотетическая структурная модель:

$$\begin{cases} Y_1 = b_{12}Y_2 + a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \varepsilon_1 \\ Y_2 = b_{21}Y_1 + b_{23}Y_3 + a_{22}X_2 + \varepsilon_2 \\ Y_3 = b_{32}Y_2 + a_{31}X_1 + a_{33}X_3 + \varepsilon_3 \end{cases}$$

Приведённая форма исходной модели имеет вид

$$\begin{cases} Y_1 = 3X_1 - 6X_2 + 2X_3 \\ Y_2 = 2X_1 + 4X_2 + 10X_3 \\ Y_3 = -5X_1 + 6X_2 + 5X_3 \end{cases}$$

Проверить структурную форму модели на идентификацию.  
Определить структурные коэффициенты модели.

### Задание 3.

В одной из аграрных стран строилась функция потребления за 1998 – 2007г.г. по данным (в условных денежных единицах), представленных в таблице:

<i>Показатель</i>	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>Совокупное потребление</i>	1990	1980	2000	1800	2000	2100	2200	2100	2050	2100
<i>Объём инвестиций</i>	100	200	300	200	100	200	300	200	150	300
<i>Совокупный доход</i>	2000	2180	2300	2000	2100	2300	2500	2300	2200	2400

Построить функцию потребления, используя модель Кейнса формирования доходов. Дайте интерпретацию результатов приведенной формы модели.

### Задание 4.

Исследуется зависимость спроса и предложения некоторого товара от его цены, дохода и процентной ставки:

$$\begin{cases} Q_t^S = a_1 + a_2 P_t + a_3 R_t + \varepsilon_1 \\ Q_t^D = b_1 + b_2 P_t + b_3 Y_t + b_4 Y_{t-1} + \varepsilon_2 \\ Q_t^D = Q_t^S = Q_t \end{cases}$$

где

- $Q_t^S$  - предложение в момент времени t;
- $Q_t^D$  - спрос в момент времени t;
- $P_t$  - цена в момент времени t;
- $R_t$  - процентная ставка в момент времени t;
- $Y_t$  - доход в момент времени t;
- $Y_{t-1}$  - доход предшествующего периода

Отметим, что в этой модели цена и величина спроса-предложения определяются одновременно, в связи с чем эти переменные должны считаться эндогенными. Информация за 8 лет о приростах всех показателей представлена в таблице:

Год	$Q_t$	$R_t$	$Y_t$	$Y_{t-1}$	$P_t$
1	40	3.0	15	13	6
2	45	3.0	15	15	6
3	40	2.0	18	15	5
4	50	3.5	20	18	8
5	35	2.5	18	20	5
6	45	4.0	22	18	9
7	50	3.5	21	22	10
8	45	3.5	22	21	9

Для данной модели была получена система приведённых уравнений:

$$\begin{cases} Q_t = 24.4730 + 5.2374 \cdot R_t + 0.1652 \cdot Y_t - 0.0116 \cdot Y_{t-1} \\ P_t = -4.4268 + 1.9746 \cdot R_t + 0.1915 \cdot Y_t + 0.1065 \cdot Y_{t-1} \end{cases}$$

Проведите идентификацию модели.

Рассчитайте параметры первого уравнения структурной модели.

**Задание 5.** Имеется модель, построенная по шести наблюдениям:

$$\begin{cases} Y_1 = a_1 + b_{12} Y_2 + \varepsilon_1 \\ Y_2 = a_2 + b_{21} Y_1 + c_{21} X_1 + \varepsilon_2 \\ Y_3 = Y_2 + X_2 \end{cases}$$

Ей соответствует следующая приведённая система:

$$\begin{cases} Y_1 = -1.25 + 22 \cdot X_1 + 0.67 X_2 \\ Y_2 = 2 - 4 X_1 + 10 X_2 \\ Y_3 = -30 + 12 X_1 + 8 X_2 \end{cases}$$

Известны следующие исходные данные:

n	1	2	3	4	5	6
$Y_1$	3	2	4	1	5	3
$X_1$	2	3	5	6	10	8
$X_2$	4	7	3	6	5	5

1. Определите структурные параметры первого уравнения, если это возможно.

2. Определите структурные параметры второго уравнения, если это возможно.

**Задание 6.**

Рассматривается следующая модель:

$$C_t = a_1 + b_{11} \cdot Y_t + b_{12} \cdot C_{t-1} + \xi_1 \quad (\text{функция потребления})$$

$$I_t = a_2 + b_{21} \cdot r_t + b_{22} \cdot I_{t-1} + \xi_2 \quad (\text{функция инвестиций})$$

$$r_t = a_3 + b_{31} \cdot Y_t + b_{32} \cdot M_t + \xi_3 \quad (\text{функция денежного рынка})$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (\text{тождество дохода})$$

Имеются временные ряды данных по всем переменным модели

$t$	$C_t$	$I_t$	$Y_t$	$r_t$	$M_t$	$G$	$I_{t-1}$	$C_{t-1}$
1	2	4	8	3	6	2		
2	6	5	14	2	9	3	4	2
3	5	2	11	2	8	4	5	6
4	4	6	12	3	6	2	2	5
5	8	3	14	4	10	3	6	4
6	3	5	13	2	8	5	3	8
7	7	4	13	3	7	2	5	3
8	5	2	11	3	9	4	4	7
9	6	3	14	2	8	5	2	5
10	12	2	20	3	6	6	3	6
11	10	5	19	2	11	4	2	12

Провести идентификацию структурной модели и по результатам идентификации получить оценки параметров структурных уравнений.

#### Дополнительные вопросы для обсуждения:

1. Перечислите основные предпосылки систем взаимозависимых уравнений?
2. Чем обусловлена смещенность оценок коэффициентов уравнений, полученных с использованием МНК?
3. Что представляют собой структурная и приведенная формы модели?
4. Как проводится оценивание коэффициентов с использованием ограничений на структурные параметры?

#### Тема 7. Динамические модели с коррелирующими факторами. Модели с лаговыми зависимыми переменными

**Задание 1.** Имеются данные об объёме валового внутреннего продукта  $Y$  некоторой страны в зависимости от инвестиций  $X$  в её экономику за 10 лет. Построить эконометрическую модель, используя метод Алмон, с распределённым лагом для  $l = 3$  в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени. Общий вид исходной модели взять в форме:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \gamma_3 x_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{1,3}$$

Исходные данные  $(y_t, x_t)$  ( усл. ед.) представлены в следующей таблице:

Таблица

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	203	205	212	224	232	234	247	262	269	280
$x_t$	32	30	28	34	36	39	42	49	51	55

**Задание 2.** Имеются данные об объёме валового внутреннего продукта  $Y$  некоторой страны в зависимости от инвестиций  $X$  в её экономику за 25 лет. Построить эконометрическую модель, используя метод Алмон, с распределённым лагом для  $l = 3$  в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени. Общий вид исходной модели взять в форме:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \beta_3 x_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{1,4}$$

Исходные данные  $(y_t, x_t)$  (усл. ед.) представлены в следующей таблице:

Таблица

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8
$y_t$	1931	1973	2025	2130	2220	2343	2473	2622
$x_t$	300	290	298	321	343	371	413	440

$t$	9	10	11	12	13	14	15	16
$y_t$	2690	2801	2877	2875	2965	3107	3268	3250
$x_t$	420	440	461	430	481	532	591	543

$t$	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$y_t$	3222	3380	3533	3702	3800	3776	3843	3760	3906
$x_t$	440	520	600	664	670	549	631	540	600

**Задание 3.** Применить метод инструментальных переменных к модели авторегрессии

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 y_{t-1} + \xi_t$$

по данным фирмы об импорте сырья  $y_t$  (тонны) и величине производства  $x_t$  (тыс. ед.) за два года. (При моделировании применить инструментальную переменную

$$z = y_{t-1} = \gamma_1 + \gamma_2 x_{t-1}).$$

	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2008 год											
$y$	164	162	165	168	172	177	182	186	187	191	196	201
$x$	78	81	89	76	105	101	93	94	107	103	116	170
	2009 год											
$y$	213	211	219	228	232	239	244	249	255	264	265	267
$x$	101	110	138	145	180	165	144	130	155	142	151	305

**Задание 4.** На основе данных о среднендушевом располагаемом доходе и среднендушевых расходах на конечное потребление в США в период с 1960 по 1991 г., представленных в таблице, построить модель авторегрессии вида:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 y_{t-1} + \xi_t$$

(При моделировании применить инструментальную переменную

$$z = y_{t-1} = \gamma_1 + \gamma_2 x_{t-1}).$$

Год	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
y	6698	6740	6931	7089	7384	7703	8005	8163	8506	8737	
x	7364	7382	7583	7718	8140	8508	8822	9114	9399	9606	
Год	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
y	8842	9022	9425	8752	9602	9711	10121	10425	10744	10867	10746
x	9875	10111	10414	11013	10835	10906	11192	11406	11851	12039	12005
Год	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
y	10770	10782	11179	11617	12015	12336	12568	12903	13027	13051	12889
x	12156	12146	12349	13029	13258	13552	13545	13890	14030	14154	13987

Источник. Economic Report of the President.- Washington: US Government Printing Office, 1992.-С.327.

**Задание 5.** Имеются сведения ( в усл. ед.) о совокупном доходе  $Y_t$ , объёме потребления  $C_t$ , инвестициях  $I_t$  и государственных расходах  $G_t$  государства за 10 лет

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_t$	195	203	210	200	215	215	210	215	225	220
$I_t$	10	20	30	20	10	20	30	20	15	30
$G_t$	20	10	20	40	30	10	20	10	40	20
$Y_t$	225	233	260	260	255	245	260	245	280	270

Построить эконометрическую модель потребления, используя модель Кейнса формирования доходов:

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t$$

(Применить метод инструментальных переменных, в качестве которых рекомендуется выбрать линейную комбинацию  $I_t$  и  $G_t$ )

**Задание 6.** Имеются сведения ( в усл. ед.) о совокупном доходе  $Y_t$ , объёме потребления  $C_t$  и инвестициях  $I_t$  государства за 10 лет

$C_t$	195	203	210	200	215	215	210	215	225	220
$I_t$	30	30	30	20	10	20	30	20	15	30
$Y_t$	225	233	240	220	225	235	240	235	240	250

Построить функцию потребления, используя модель Кейнса формирования доходов. Структурная система уравнений:

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

(Применить косвенный метод наименьших квадратов (КМНК))



### Дополнительные вопросы для обсуждения:

1. Какие проблемы возникают при построении модели с лаговыми переменными?
2. Что собой представляет модель Койка?
3. Перечислите основные подходы к оценке коэффициентов эконометрической модели, содержащей лаговые зависимые переменные?
4. Каковы особенности использования инструментальных переменных в оценках параметров динамических моделей?
5. В чем суть метода Ш. Алмон?

### Тема 8. Методы оценки коэффициентов эконометрической модели при коррелирующих или нестационарных ошибках

**Задание 1.**  $\hat{\beta}^*$  – оценка, полученная для обобщенной регрессионной модели. Найдите  $V(\hat{\beta}^*)$  – ковариационную матрицу.

**Задание 2.** Докажите, что если в обобщенной регрессионной модели  $y = X\beta + \varepsilon$  вектор  $\varepsilon$  ошибок имеет многомерное нормальное распределение, то  $\hat{\beta}_{\text{ОМНК}} = \hat{\beta}_{\text{МП}}$ .

**Задание 3.** Проверьте, что для парной регрессии с гетероскедастичностью дисперсия оценки параметра  $b$ , полученная с помощью метода взвешенных наименьших квадратов, меньше дисперсии МНК - оценки

### Вопросы для обсуждения:

1. Как выглядит ковариационная матрица ошибок модели при наличии автоковариационных связей в ряду ошибки?
2. Как выглядит ковариационная матрица ошибок модели при наличии гетероскедастичности ошибки?
3. Каковы последствия автокорреляции и гетероскедастичности ошибки?
4. В чем сущность обобщенного МНК (ОМНК)?
5. Как определяется ковариационная матрица ОМНК - оценок параметров?  
Каковы предпосылки обобщенного метода максимального правдоподобия

### Тема 9. Использование эконометрических моделей в прогнозировании социально-экономических процессов

#### Задание 1.

Анализируются объём сбережений домохозяйства  $S_t$  за 10 лет. Предполагается, что его размер  $S_t$  в текущем году  $t$  зависит от величины  $Y_{t-1}$  располагаемого дохода  $Y_t$  в предыдущем году и от величины  $Z_t$  реальной процентной ставки в рассматриваемом году. Статистические данные представлены в таблице

Год	$Y_{t-1}$ тыс. у.е.	$Z_t$ %	$S_t$ тыс. у.е.
-----	---------------------------	---------	-----------------

2000	100	2	20
2001	110	2	25
2002	140	3	30
2003	150	2	30
2004	160	3	35
2005	160	4	38
2006	180	4	40
2007	200	3	38
2008	230	4	44
2009	250	5	50
2010	260	5	55

**Необходимо:**

- 1 По МНК оценить коэффициенты  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  линейной регрессии  

$$S_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Z_t + \xi_t$$
- 2 Оценить статистическую значимость найденных эмпирических коэффициентов регрессии  

$$b_0, b_1, b_2 \quad \hat{S} = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Z_t$$
- 3 Построить 95%-е доверительные интервалы для найденных коэффициентов.
4. Определить, увеличивается или уменьшается объём сбережений с ростом процентной ставки, будет ли ответ статистически обоснованным.
5. Спрогнозировать средний объём сбережений в 2011 году, если предполагаемый доход составит 270 тыс. у.е., а процентная ставка будет равна 5%.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Что такое «верификация прогноза»?
2. Как оценивается точность прогноза?
3. Что собой представляет прогнозный интервал?

**4.3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Эконометрика (продвинутый уровень)» проводится в форме устного опроса, тестирования и выполнения заданий.

Для оценки первого этапа освоения компетенции ОК-1 используются следующие материалы:

- Для проверки знаний - вопросы.
- Для проверки умений - тесты.
- Для проверки практических навыков управления проектами – практико-ориентированные задания.

**Список вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине «Эконометрика (продвинутый уровень)»**

1. Основные категории дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)».
2. Классификация моделей и типы данных.
3. Основные этапы построения эконометрических моделей.
4. Этап спецификации эконометрической модели.

5. Этап параметризации эконометрической модели.
6. Этап верификации эконометрической модели.
7. Основные статистические критерии, используемые для верификации моделей.
8. Парная линейная регрессионная эконометрическая модель. Проверка общего качества модели. Коэффициент детерминации
9. Парная регрессионная эконометрическая модель.
10. Теорема Гаусса-Маркова о применимости метода наименьших квадратов при параметризации регрессионных эконометрических моделей.
11. Свойство оценок, получаемых методом наименьших квадратов.
12. Понятие значимости оценок, критерии значимости.
13. Метод статистических гипотез оценки значимости оценок.
14. Множественная регрессионная модель.
15. Мультиколлинеарность, её последствие. Методы устранения мультиколлинеарности.
16. Фиктивные переменные в регрессионных эконометрических моделях, основные принципы их введения.
17. Нелинейные зависимости в экономике. Нелинейные модели регрессии.
18. Виды нелинейных уравнений регрессии. Линеаризация нелинейных моделей регрессии.
19. Модель МПФ Кобба – Дугласа. Свойства коэффициентов регрессии
20. Временные ряды и их эконометрические модели. Структура временного ряда.
21. Анализ аддитивной модели временного ряда. Алгоритм анализа.
22. Анализ мультипликативной модели временного ряда. Алгоритм анализа.
23. Прогноз во временных рядах.
24. Использование фиктивных переменных во временных рядах.
25. Динамические эконометрические модели.
26. Динамические модели с распределённым лагом.
27. Динамическая модель геометрических лагов (Модель Койки)
28. Динамическая модель полиномиальных лагов (Модель Алмон)
29. Динамические модели авторегрессии.
30. Эконометрические модели, описываемые системой одновременных уравнений.
31. Структурная и приведённая форма системы одновременных уравнений.
32. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК) оценки коэффициентов структурных уравнений.
33. Инструментальные переменные, двухшаговый метод наименьших квадратов. (ДМНК) оценки коэффициентов структурных уравнений.
34. Проблема идентификации. Необходимые и достаточные условия идентифицируемости структурных уравнений. Счётное правило.

### Тест «Эконометрика (продвинутый уровень)»

1. Выбрать правильный ответ.

Часть зависимой переменной в регрессионной модели, которая не может быть объяснена значением регрессора:

- 1) случайное возмущение; \*
- 2) отклик;
- 3) уравнение регрессии;

2. Выбрать правильный ответ.

Часть зависимой переменной в регрессионной модели, которая полностью объясняется значением регрессора:

- 1) случайное возмущение;
- 2) отклик;
- 3) уравнение регрессии; \*

3. Выбрать правильный ответ.

В зависимости от количества регрессоров модели подразделяются на:

- 1) линейные и нелинейные;
- 2) парные и множественные; \*
- 3) статические и динамические

4. Выбрать правильный ответ.

Зависимость дисперсии возмущения от номера наблюдения называется:

- 1) гомоскедастичностью;
- 2) гетероскедастичностью; \*
- 3) автокорреляцией

5. Выбрать правильный ответ.

Коррелированность возмущений с различными номерами называется:

- 1) гомоскедастичностью;
- 2) гетероскедастичностью;
- 3) автокорреляцией \*

6. Выбрать правильный ответ.

Независимые переменные в регрессионных моделях называются:

- 1) откликами;
- 2) возмущениями;
- 3) регрессорами.\*

7. Выбрать правильный ответ.

Оценка случайного возмущения называется:

- 1) остатком.\*
- 2) откликом;
- 3) регрессором.

8. Выбрать правильный ответ.

Под верификацией модели понимается:

- 1) спецификация модели;
- 2) оценка параметров модели;
- 3) проверка адекватности модели. \*

9. Выбрать правильный ответ.

Под параметризацией модели понимается:

- 1) спецификация модели;
- 2) оценка параметров модели \*;
- 3) проверка адекватности модели.

10. Выбрать правильный ответ.

Выбор списка переменных модели и типа взаимосвязи между ними выполняется на этапе:

- 1) спецификация;\*
- 2) оценки параметров;
- 3) проверки адекватности

11. Выбрать правильный ответ.

По отношению к выбранной спецификации модели все экономические переменные объекта подразделяются на два типа:

- 1) эндогенные и экзогенные;\*
- 2) дискретные и непрерывные;
- 3) случайные и детерминированные.

12. Выбрать правильный ответ.

Экономические переменные, значения которых определяются вне данной модели, называются:

- 1) эндогенными;
- 2) экзогенными;\*
- 3) случайными.

13. Выбрать правильный ответ.

Экономические переменные, значения которых определяются внутри данной модели, называются:

- 1) эндогенными;\*
- 2) экзогенными;
- 3) случайными

14. Выбрать правильный ответ.

К классу предопределённых переменных не относятся:

- 1.) лаговые эндогенные;
- 2) лаговые экзогенные;
- 3) текущие эндогенные;\*
- 4) текущие экзогенные

15. Выбрать правильный ответ.

Форма спецификации эконометрической модели, в которой значения текущих эндогенных переменных всегда выражены в виде явных функций предопределённых переменных:

- 1) приведённая;\*
- 2) структурная;
- 3) независимая.

16. Выбрать правильный ответ.

Форма спецификации эконометрической модели, полученная в результате математической формализации экономических закономерностей:

- 1) приведённая;
- 2) структурная;\*
- 3) необъяснённая.

17. Выбрать правильный ответ.

Термин эконометрика был введён

- 1) Марковым;
- 2) Фришем;\*
- 3) Тимбергеном.

18. Выбрать правильный ответ.

При выполнении условий Гаусса-Маркова МНК - оценки параметров парной регрессии являются:

- 1) несмещёнными; \*
- 2) смещёнными;
- 3) неэффективными

19. Выбрать правильный ответ.

Спецификация парной регрессионной модели может иметь вид:

- 1)  $Y = a + bX + \varepsilon$ ; \*
- 2)  $Y = a + bX$ ;
- 3)  $Y = bX$ , где  $Y$ -зависимая переменная,  $X$ - регрессор,  $\varepsilon$ -случайное возмущение,  $a, b$  – параметры модели.

20. Выбрать правильный ответ

Уравнение регрессии между зависимой переменной  $Y$  и регрессором  $X$  в парной регрессии может иметь вид:

- 1)  $f(X) = a + bX + \varepsilon$ ;
- 2)  $f(X) = bX + \varepsilon$ ;
- 3)  $f(X) = bX$  \*, где  $\varepsilon$  - случайное возмущение,  $a, b$  – параметры модели.

21. Выбрать правильный ответ.

Предпосылка Гаусса-Маркова об отсутствии автокорреляции случайных возмущений в регрессионной модели:

- 1)  $Cov\{\varepsilon_t, \varepsilon_s\} = 0, \text{ при } t \neq s$ ; \*
- 2)  $Cov\{\varepsilon_t, \varepsilon_s\} = 0, \text{ при } t = s$ ;
- 3)  $E\{\varepsilon_t, \varepsilon_s\} = 0, \text{ при } t = s$ ;

22. Выбрать правильный ответ.

Число степеней свободы  $t$  – статистики для проверки значимости оценок параметров модели

$Y = a + bX + \varepsilon$ :

- 1)  $n$ ;
- 2)  $n-1$ ;
- 3)  $n-2$ , \*где  $n$  – объём выборки

23. Выбрать правильный ответ.

Равенство  $TSS = RSS + ESS$  для парной регрессии справедливо:

- 1) всегда;
- 2) если спецификация включает константу;\*

3) если спецификация не включает константу.

24. Выбрать правильный ответ.

Коэффициент детерминации в парной регрессии применяется для проверки

- 1) общего качества регрессии; \*
- 2) статистической значимости оценок параметров;
- 3) адекватности модели.

25. Выбрать правильный ответ.

Коэффициент детерминации является величиной:

- 1) детерминированной;
- 2) случайной; \*
- 3) смешанной.

26. Выбрать правильный ответ.

Коэффициент детерминации равен 0 при:

- 1)  $ESS = 0$ ;
- 2)  $RSS = 0$ \*
- 3)  $TSS = 0$ .

27. Выбрать правильный ответ.

Коэффициент детерминации равен 1 при:

- 1)  $ESS = 0$ ; \*
- 2)  $RSS = 0$
- 3)  $TSS = 0$ .

28. Выбрать правильный ответ.

Для проверки значимости коэффициента детерминации используется статистика с распределением:

- 1) Стьюдента;
- 2) Гаусса;
- 3) Фишера. \*

29. Выбрать правильный ответ.

МНК - оценка вектора параметров множественной регрессионной модели:

- 1)  $(X^T X)^{-1} X^T Y$ ; \*
- 2)  $X(X^T X)^{-1} X^T Y$ ;
- 3)  $\sigma^2 (X^T X)^{-1}$

30. Выбрать правильный ответ.

Автоковариационная матрица вектора оценок параметров множественной регрессии:

- 1)  $(X^T X)^{-1} X^T Y$ ;
- 2)  $X(X^T X)^{-1} X^T Y$ ;
- 3)  $\sigma^2 (X^T X)^{-1}$  \*

31. Выбрать правильный ответ.

С увеличением числа регрессоров коэффициент детерминации, как правило:

- 1) увеличивается; \*
- 2) уменьшается
- 3) не меняется.

32. Выбрать правильный ответ.

Обычный  $R^2$  и скорректированный  $R_{adj}^2$  коэффициенты детерминации для множественной регрессии связаны отношением:

- 1)  $R^2 \geq R_{adj}^2$  \*
- 2)  $R^2 \leq R_{adj}^2$
- 3)  $R^2 = R_{adj}^2$

33. Если в тесте Чоу  $F_{набл} > F_{крит}$  то считается:

- а) что разбиение на подынтервалы целесообразно с точки зрения улучшения качества модели;
- б) модель является статистически незначимой;
- в) модель является статистически значимой;\*
- г) что нет смысла разбивать выборку на части.

34. Фиктивные переменные являются переменными:

- а) качественными;\*
- б) случайными;
- в) количественными;
- г) логическими.

35. Простейшая структурная форма модели имеет вид:

- а) 
$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2. \end{cases}$$
\*
- б) 
$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 - a_{11}x_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 - a_{22}x_2. \end{cases}$$
- в) 
$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1, \\ x_2 = b_{21}x_1 + a_{22}y_2. \end{cases}$$
- г) 
$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1, \\ x_1 = b_{21}x_1 - a_{22}y_2. \end{cases}$$

36. С помощью каких мер возможно избавиться от мультиколлинеарности?

- а) Увеличение объема выборки;
- б) Исключения переменных высокоррелированных с остальными;\*
- в) Изменение спецификации модели;
- г) Преобразование случайной составляющей.

37. Если  $M - m = k - 1$  и ранг матрицы А равен (K-1) то уравнение:



- а) сверхидентифицировано;
- б) неидентифицировано;
- в) точно идентифицировано;\*

38. Модель считается идентифицированной, если:

- а) среди уравнений модели есть хотя бы одно нормальное;
- б) каждое уравнение системы идентифицируемо;\*
- в) среди уравнений модели есть хотя бы одно неидентифицированное;
- г) среди уравнений модели есть хотя бы одно сверхидентифицированное.

39. Какой метод применяется для оценивания параметров неидентифицированного уравнения?

- а) ДМНК, КМНК;
- б) ДМНК, МНК;
- в) параметры такого уравнения нельзя оценить\*

40. На стыке каких областей знаний возникла эконометрика:

- а) экономическая теория; экономическая и математическая статистика;\*
- б) экономическая теория, математическая статистика и теория вероятности;
- в) экономическая и математическая статистика, теория вероятности.

41. В множественном линейном уравнении регрессии строятся доверительные интервалы для коэффициентов регрессии с помощью распределения:

- а) Нормального;
- б) Стьюдента;\*
- в) Пирсона;
- г) Фишера-Снедекора.

42. По 16 наблюдениям построено парное линейное уравнение регрессии. Для проверки значимости коэффициента регрессии вычислено  $t_{\text{набл}}=2.5$ .

- а) Коэффициент незначим при  $\alpha=0.05$ ;
- б) Коэффициент значим при  $\alpha=0.05$ ;\*
- в) Коэффициент значим при  $\alpha=0.01$ .

43. Известно, что между величинами X и Y существует положительная связь. В каких пределах находится парный коэффициент корреляции?

- а) от -1 до 0;
- б) от 0 до 1;\*
- в) от -1 до 1.

44. Множественный коэффициент корреляции равен 0.9. Какой процент дисперсии результативного признака объясняется влиянием всех факторных признаков?

- а) 90 %;
- б) 81 %;\*
- в) 95 %;
- г) 45 %.

45. Приведенная форма модели представляет собой:

- а) систему нелинейных функций экзогенных переменных от эндогенных;
- б) систему линейных функций эндогенных переменных от экзогенных;\*
- в) систему линейных функций экзогенных переменных от эндогенных;
- г) систему нормальных уравнений.

46. В каких пределах меняется частный коэффициент корреляции вычисленный по рекуррентным формулам?

- а) от  $-\infty$  до  $+\infty$ ;
- б) от 0 до 1;
- в) от 0 до  $+\infty$ ;
- г) от  $-1$  до  $+1$ .\*

47. В каких пределах меняется частный коэффициент корреляции вычисленный через коэффициент детерминации?

- а) от  $-\infty$  до  $+\infty$ ;
- б) от 0 до 1;
- в) от 0 до  $+\infty$ ;
- г) от  $-1$  до  $+1$ .\*

48. Экзогенные переменные:

- а) зависимые переменные;
- б) независимые переменные;\*
- в) датированные предыдущими моментами времени.

49. В каких пределах меняется множественный коэффициент корреляции?

- а) от  $-\infty$  до  $+\infty$ ;
- б) от 0 до 1;
- в) от 0 до  $+\infty$ ;
- г) от  $-1$  до  $+1$ .\*

50. При добавлении в уравнение регрессии еще одного объясняющего фактора множественный коэффициент корреляции:

- а) уменьшится;
- б) возрастет;\*
- в) сохранит свое значение.

51. Построено гиперболическое уравнение регрессии:  $Y=a+b/X$ . Для проверки значимости уравнения используется распределение:

- а) Нормальное;
- б) Стьюдента;
- в) Пирсона;
- г) Фишера-Снедекора.\*

52. Для каких видов систем параметры отдельных эконометрических уравнений могут быть найдены с помощью традиционного метода наименьших квадратов?

- а) система нормальных уравнений;\*
- б) система независимых уравнений;

- в) система рекурсивных уравнений;
- г) система взаимозависимых уравнений.

53. Эндогенные переменные:

- а) зависимые переменные;\*
- б) независимые переменные;
- в) датированные предыдущими моментами времени.

54. В каких пределах меняется коэффициент детерминации?

- а) от 0 до  $+\infty$ ;
- б) от  $-\infty$  до  $+\infty$ ;
- в) от 0 до +1;\*
- г) от -1 до +1.

55. Построено множественное линейное уравнение регрессии. Для проверки значимости отдельных коэффициентов используется распределение:

- а) Нормальное;
- б) Стьюдента;\*
- в) Пирсона;
- г) Фишера-Снедекора.

56. При добавлении в уравнение регрессии еще одного объясняющего фактора коэффициент детерминации:

- а) уменьшится;
- б) возрастет;\*
- в) сохранит свое значение;
- г) не уменьшится.

57. Суть метода наименьших квадратов заключается в том, что:

- а) оценка определяется из условия минимизации суммы квадратов отклонений выборочных данных от определяемой оценки;\*
- б) оценка определяется из условия минимизации суммы отклонений выборочных данных от определяемой оценки;
- в) оценка определяется из условия минимизации суммы квадратов отклонений выборочной средней от выборочной дисперсии.

58. К какому классу нелинейных регрессий относится парабола:

- а) регрессии, нелинейные относительно включенных в анализ переменных, но линейных по оцениваемым параметрам;\*
- б) нелинейные регрессии по оцениваемым параметрам.

59. К какому классу нелинейных регрессий относится равносторонняя гипербола:

- а) регрессии, нелинейные относительно включенных в анализ переменных, но линейных по оцениваемым параметрам;\*
- б) нелинейные регрессии по оцениваемым параметрам.

60. К какому классу нелинейных регрессий относится функция вида  $\hat{y} = a + bx + cx^2$  :

а) регрессии, нелинейные относительно включенных в анализ переменных, но линейных по оцениваемым параметрам;\*

б) нелинейные регрессии по оцениваемым параметрам.

61. Уравнение  $\hat{y}_i = a + b \cdot t_i$  называется:

а) линейным трендом;\*

б) параболическим трендом;

в) гиперболическим трендом;

г) экспоненциальным трендом.

62. Уравнение  $\hat{y}_i = a + b \cdot t + c \cdot t^2$  называется:

а) линейным трендом;

б) параболическим трендом;\*

в) гиперболическим трендом;

г) экспоненциальным трендом.

63. Уравнение  $\hat{y} = a + \frac{b}{t}$  называется:

а) линейным трендом;

б) параболическим трендом;

в) гиперболическим трендом;\*

г) экспоненциальным трендом.

64. Уравнение  $\hat{y}_i = a \cdot k^{t_i}$  называется:

а) линейным трендом;

б) параболическим трендом;

в) гиперболическим трендом;

г) экспоненциальным трендом.

65. Система вида 
$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + u_1; \\ y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + u_2; \\ \dots \\ y_k = a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{km}x_m + u_k. \end{cases}$$
 называется:

а) системой независимых уравнений;

б) системой рекурсивных уравнений;

в) системой взаимозависимых (совместных, одновременных) уравнений.

66. Система вида 
$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + u_1; \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + u_2; \\ y_3 = b_{31}y_1 + b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3m}x_m + u_3; \\ \dots \\ y_k = b_{k1}y_1 + b_{k2}y_2 + \dots + b_{k,k-1}y_{k-1} + a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{km}x_m + u_k. \end{cases}$$
 называется:

а) системой независимых уравнений;

- б) системой рекурсивных уравнений;  
 в) системой взаимозависимых (совместных, одновременных) уравнений.

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1k}y_k + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + u_1; \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2k}y_k + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + u_2; \\ \dots \\ y_k = b_{k1}y_1 + b_{k2}y_2 + \dots + b_{k,k-1}y_{k-1} + a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{km}x_m + u_k. \end{cases}$$

67. Система вида называется:  
 а) системой независимых уравнений;  
 б) системой рекурсивных уравнений;  
 в) системой взаимозависимых (совместных, одновременных) уравнений.

68. Эконометрику можно определить как:

- а) это самостоятельная научная дисциплина, объединяющая совокупность теоретических результатов, приемов, методов и моделей, предназначенных для того, чтобы на базе экономической теории, экономической статистики и математико-статистического инструментария придавать конкретное количественное выражение общим (качественным) закономерностям, обусловленным экономической теорией;\*  
 б) наука об экономических измерениях;  
 в) статистический анализ экономических данных.

69. К задачам эконометрики можно отнести:

- а) прогноз экономических и социально-экономических показателей, характеризующих состояние и развитие анализируемой системы;  
 б) имитация возможных сценариев социально-экономического развития системы для выявления того, как планируемые изменения тех или иных поддающихся управлению параметров скажутся на выходных характеристиках;\*  
 в) проверка гипотез по статистическим данным.

70. По характеру различают связи:

- а) функциональные и корреляционные;\*  
 б) функциональные, криволинейные и прямолинейные;  
 в) корреляционные и обратные;  
 г) статистические и прямые.

71. При прямой связи с увеличением факторного признака:

- а) результативный признак уменьшается;  
 б) результативный признак не изменяется;  
 в) результативный признак увеличивается.\*

72. Какие методы используются для выявления наличия, характера и направления связи в статистике?

- а) средних величин;  
 б) сравнения параллельных рядов;  
 в) метод аналитической группировки;\*  
 г) относительных величин;  
 д) графический метод.

73. Какой метод используется для выявления формы воздействия одних факторов на другие?

- а) корреляционный анализ;
- б) регрессионный анализ;\*
- в) индексный анализ;
- г) дисперсионный анализ.

74. Какой метод используется для количественной оценки силы воздействия одних факторов на другие:

- а) корреляционный анализ;\*
- б) регрессионный анализ;
- в) метод средних величин;
- г) дисперсионный анализ.

75. Какие показатели по своей величине существуют в пределах от минус до плюс единицы:

- а) коэффициент детерминации;
- б) корреляционной отношение;
- в) линейный коэффициент корреляции.\*

76. Коэффициент регрессии при однофакторной модели показывает:

- а) на сколько единиц изменяется функция при изменении аргумента на одну единицу;\*
- б) на сколько процентов изменяется функция на одну единицу изменения аргумента.

77. Коэффициент эластичности показывает:

- а) на сколько процентов изменяется функция с изменением аргумента на одну единицу своего измерения;
- б) на сколько процентов изменяется функция с изменением аргумента на 1%;\*
- в) на сколько единиц своего измерения изменяется функция с изменением аргумента на 1%.

78. Величина индекса корреляции, равная 1,587, свидетельствует:

- а) о слабой их зависимости;
- б) о сильной взаимосвязи;
- в) об ошибках в вычислениях.\*

79. Величина индекса корреляции, равная 0,87, свидетельствует:

- а) о слабой их зависимости;
- б) о сильной взаимосвязи;\*
- в) об ошибках в вычислениях.

80. Величина индекса корреляции, равная 0,087, свидетельствует:

- а) о слабой их зависимости;\*
- б) о сильной взаимосвязи;
- в) об ошибках в вычислениях.

81. Величина индекса корреляции, равная -1,00, свидетельствует:

- а) о слабой их зависимости;
- б) о сильной взаимосвязи;\*
- в) об ошибках в вычислениях.

82. Отметьте правильную форму линейного уравнения регрессии:

- а)  $\hat{y} = a + \frac{b}{x}$ ;
- б)  $\hat{y} = a \cdot b^x$ ;
- в)  $\hat{y} = a \cdot x^b$ ;
- г)  $\hat{y} = a + bx$ .\*

83. Отметьте правильную форму гиперболического уравнения регрессии:

- а)  $\hat{y} = a + \frac{b}{x}$ .\*
- б)  $\hat{y} = a \cdot b^x$ ;
- в)  $\hat{y} = a \cdot x^b$ ;
- г)  $\hat{y} = a + bx$ .

84. Отметьте правильную форму степенной функции:

- а)  $\hat{y} = a + \frac{b}{x}$ ;
- б)  $\hat{y} = a \cdot b^x$ ;
- в)  $\hat{y} = a \cdot x^b$ .\*
- г)  $\hat{y} = a + bx$ .

85. Оценка статистической значимости парного коэффициента корреляции основывается:

- а) На использовании t – статистики;\*
- б) На использовании F – статистики;
- в) На использовании  $\chi^2$ ;
- г) На графическом анализе остатков;
- д) Дисперсионном анализе остатков.

86. Временной ряд – это:

- а) последовательность упорядоченных во времени числовых показателей, характеризующих уровень состояния и изменения изучаемого явления;\*
- б) последовательность числовых показателей, характеризующих уровень состояния и изменения изучаемого явления;
- в) последовательность упорядоченных временных интервалов, или моментов времени.

87. Для чего применяется критерий Дарбина - Уотсона:

- а) обнаружения автокорреляции в остатках;\*
- б) обнаружения циклической составляющей;
- в) для проверки подчинения случайного компонента нормальному закону распределения.

88. Какой критерий используется для проверки статистической значимости уравнения регрессии:

- а) F – критерий Фишера\*
- б) t – критерий Стьюдента

в)  $\chi^2$

89. Ряд динамики характеризует:

а) структуру совокупности по какому-либо признаку;

б) изменение значений признака во времени;\*

в) определенное значение варьирующего признака в совокупности;

г) факторы изменения показателя на определенную дату или за определенный период.

90. Периодические колебания, возникающие под влиянием смены времени года называются...:

а) хронологическими;

б) сезонными;\*

в) тенденцией;

г) случайными.

**Для проверки текущих практических навыков построения эконометрических моделей – практико-ориентированные задания.**

### Практико-ориентированные задания

#### *Классические регрессионные модели*

**Задание 1.** Построить эконометрическую модель производственной функции типа Кобба - Дугласа на основе приведённых табличных данных.

Валовой внутренний продукт США (в млрд. долларах, в ценах 1987 года) вырос с 1960 по 1996 год в среднем в 2.82 раза, основные фонды за этот период увеличились в среднем в 2.88 раза, а число занятых в экономике в 1,93 раза (статистическая отчётность комиссии по статистике ООН).

Построить регрессионную модель типа Кобба – Дугласа, провести верификацию параметров эконометрической модели с помощью индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ .

Таблица

Годы	К (основ. фонды)	L(занятые)	Y(ВВП)
1960	4232	430	8425.23
1961	4452.7	433.876	8777.46
1962	4673.4	451.752	9130.69
1963	4894.1	455.628	9485.00
1964	5114.8	473.504	9840.42
1965	5328.5	477.38	10197.01
1966	5549.2	495.256	10554.79
1967	5776.9	499.132	10913.78
1968	5990.6	517.008	11274.02
1969	6218.3	520.884	11635.50
1970	6432	538.36	11998.25
1971	6659.7	542.636	12362.26
1972	6873.4	553.512	12727.55
1973	7101.1	571.388	13094.10
1974	7314.8	575.264	13461.93
1975	7535.5	593.14	13831.03
1976	7763.2	597.016	14201.40



1977	7976.9	614.892	14573.03
1978	8204.6	618.768	14945.92
1979	8418.3	629.644	15320.05
1980	8639	647.52	15695.43
1981	8866.7	651.396	16072.05
1982	9080.4	669.271	16449.89
1983	9308.1	673.148	16828.95
1984	9521.8	684.024	17209.22
1985	9742.5	701.89	17590.69
1986	9970.2	705.776	17973.35
1987	10183.9	723.651	18357.19
1988	10404.6	727.528	18742.20
1989	10632.3	745.403	19128.38
1990	10846	756.279	19515.72
1991	11066.7	760.156	19904.19
1992	11294.4	771.032	20293.80
1993	11508.1	788.907	20684.54
1994	11728.8	792.784	21076.38
1995	11956.5	803.66	21469.34
1996	12147	819.56	21798.90

*Регрессионные модели с фиктивными переменными. Модель ANCOVA*

**Задание 2.** Брокерская фирма исследует вопрос об объёмах продаж акций в зависимости от цены. Пусть  $X_i$  - средняя цена одной акции в  $i$ -ю неделю,  $Y_i$  - количество проданных акций. Ниже приведены данные за 20 недель.

Построить эконометрическую модель ценовой политики брокерской фирмы.

Оценить качество построенной модели с помощью эконометрических критериев - индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ .

	Y	X
1	46235	108
2	138412	90
3	48235	123
4	57654	93
5	28456	142
6	141000	102
7	51000	105
8	43025	124
9	118235	81
10	32000	98
11	45232	96
12	145231	89
13	35689	114
14	152347	65
15	25684	125

16	45213	109
17	132657	85
18	48512	101
19	42012	113
20	75234	120

**Задание 3.** Исследуется надёжность станков трёх производителей А, В, С. При этом учитывается возраст станка М (в месяцах) и время Т (в часах) безаварийной работы до последней поломки. Построить эконометрическую модель надёжности (среднего времени безаварийной работы) станочного парка предприятия. Оценить качество построенной модели с помощью эконометрических критериев - индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ . Выборка из 40 станков дала следующие результаты.

Фирма	Т	М	Фирма	Т	М
В	45	75	А	260	30
А	200	52	В	220	22
В	265	20	В	194	33
С	148	70	С	156	48
С	150	62	А	100	75
В	176	40	В	240	21
А	123	66	А	170	56
А	245	20	С	116	58
С	176	39	В	120	40
В	260	25	А	240	37
А	236	48	В	88	56
А	205	59	А	120	67
А	176	69	С	200	26
С	90	75	В	126	45
А	176	63	А	225	40
В	216	25	С	210	30
С	110	75	В	45	69
с	112	65	А	115	71
в	230	30	В	65	69
А	280	23	А	240	25

*Регрессионные модели, проблема мультиколлинеарности.*

**Задание 4.**

Построить эконометрическую модель зависимости накопления  $Y$  от дохода  $X_1$ , расходов на питание  $X_2$ , расходов на одежду  $X_3$  и стоимости имущества  $X_4$ .

Проанализируйте целесообразность включения в модель каждого из факторов.

Провести верификацию модели с помощью эконометрических критериев - индекса детерминации  $R^2$  и критериев Стьюдента  $t$  и Фишера  $F$ .

Исходные данные (условные единицы):

$X_1$	48	56	43	32	34	68	53
$X_2$	12	17	10	9	11	23	16
$X_3$	8	9	6	11	6	15	14
$X_4$	70	45	42	16	86	32	35

Y	5	8	6	6	3	8	6
---	---	---	---	---	---	---	---

**Динамические эконометрические модели.  
Модели с распределённым лагом.**

**Задание 5.** Имеются данные об объёме валового внутреннего продукта  $Y$  некоторой страны в зависимости от инвестиций  $X$  в её экономику за 10 лет. Построить эконометрическую модель, используя метод Алмон, с распределённым лагом для  $l = 3$  в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени. Общий вид исходной модели взять в форме:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \beta_3 x_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{1,3}$$

Исходные данные  $(y_t, x_t)$  (усл. ед.) представлены в следующей таблице:

**Таблица**

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	203	205	212	224	232	234	247	262	269	280
$x_t$	32	30	28	34	36	39	42	49	51	55

**Задание 6.** Имеются данные об объёме валового внутреннего продукта  $Y$  некоторой страны в зависимости от инвестиций  $X$  в её экономику за 25 лет. Построить эконометрическую модель, используя метод Алмон, с распределённым лагом для  $l = 3$  в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени. Общий вид исходной модели взять в форме:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \beta_3 x_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$\beta_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{0,3}$$

Исходные данные  $(y_t, x_t)$  (усл. ед.) представлены в следующей таблице:

**Таблица**

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8
$y_t$	1931	1973	2025	2130	2220	2343	2473	2622
$x_t$	300	290	298	321	343	371	413	440
$t$	9	10	11	12	13	14	15	16
$y_t$	2690	2801	2877	2875	2965	3107	3268	3250
$x_t$	420	440	461	430	481	532	591	543

$t$	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$y_t$	3222	3380	3533	3702	3800	3776	3843	3760	3906
$x_t$	440	520	600	664	670	549	631	540	600

**Задание 7.** Построить модель с распределённым лагом для  $l = 4$  в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени.

Общий вид модели:

$$y_t = a + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + b_2 x_{t-2} + b_3 x_{t-3} + b_4 x_{t-4} + \xi_t$$

$$b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{1,4}$$

В таблице представлены данные об объёме выпуска продукции в бизнес – секторе экономике США (в % к уровню 1982 г.) и общей суммы расходов на приобретение новых заводов и оборудования в промышленности за 1959 – 1991 г.г. (млрд. долл. США).

**Таблица**

**Динамика объёма ВВП США  $Y$  (в ценах 1987 г., млрд. долл. США) и валовых внутренних инвестиций в экономику  $X$  США (в ценах 1987 г., млрд. долл. США).\***

Год	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
$Y$	1931.3	1973.2	2025.6	2129.8	2218.0	2343.3	2473.5	2622.3	2690.3	2801.0	2877.1	
$X$	296.4	290.8	289.4	321.2	343.3	371.8	413.0	438.0	418.6	440.1	461.3	
Год	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
$Y$	2975.8	2965.1	310.1	3268.5	3248.1	3221.7	3280.8	3533.2	3703.5	3796.8	3776.3	
$X$	429.7	481.5	532.2	591.7	543.0	437.6	520.6	600.4	664.6	669.7	594.4	
Год	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Исто
$Y$	3843.1	3760.3	3906.6	4148.5	4279.8	4404.5	4540.0	4781.6	4836.9	4884.9	4848.4	чник.
$X$	631.1	540.5	599.5	757.5	745.9	735.1	749.3	773.4	789.2	744.5	672.6	

Economic Report of the President.- Washington: US Government Printing Office, 992.-С.300.

#### *Авторегрессионные модели.*

**Задание 8.** Построить модель авторегрессии по данным, приведенным в таблице, о среднедушевой доходе  $x$  и среднедушевой расходе на конечное потребление  $y$ :

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 y_{t-1} + \xi_t$$

В качестве инструментальной переменной взять  $x_t$ , которая коррелирует с  $y_t$  и не коррелирует с

$$\xi_t: \quad y_{t-1} = \gamma_0 + \gamma_1 x_{t-1}$$

**Таблица**

$t$	$y_t$	$x_t$
1	70	73
2	73	76
3	78	83
4	83	89
5	86	95
6	89	100
7	96	107
8	96	108
9	103	113
10	109	119
11	112	121
12	114	122
13	115	131
14	118	135
15	122	139
16	123	140

**Задание 9.** Применить метод инструментальных переменных к модели авторегрессии

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 y_{t-1} + \xi_t$$

по данным фирмы об импорте сырья  $y_t$  (тонны) и величине производства  $x_t$  (тыс. ед.) за два года.  
(При моделировании применить инструментальную переменную

$$z = y_{t-1} = \gamma_1 + \gamma_2 x_{t-1}).$$

	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2008 год											
y	164	162	165	168	172	177	182	186	187	191	196	201
x	78	81	89	76	105	101	93	94	107	103	116	170
	2009 год											
y	213	211	219	228	232	239	244	249	255	264	265	267
x	101	110	138	145	180	165	144	130	155	142	151	305

**Задание 10.** На основе данных о среднендушевом располагаемом доходе и среднендушевых расходах на конечное потребление в США в период с 1960 по 1991 г. , представленных в таблице, построить модель авторегрессии вида:

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 y_{t-1} + \xi_t$$

(При моделировании применить инструментальную переменную

$$z = y_{t-1} = \gamma_1 + \gamma_2 x_{t-1}).$$

Год	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
y	6698	6740	6931	7089	7384	7703	8005	8163	8506	8737
x	7364	7382	7583	7718	8140	8508	8822	9114	9399	9606

Год	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
y	8842	9022	9425	8752	9602	9711	10121	10425	10744	10867	10746
x	9875	10111	10414	11013	10835	10906	11192	11406	11851	12039	12005

Год	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
y	10770	10782	11179	11617	12015	12336	12568	12903	13027	13051	12889
x	12156	12146	12349	13029	13258	13552	13545	13890	14030	14154	13987

Источник.Economic Report of the President.- Washington: US Government Printing Office, 992.-С.327.

### *Эконометрические модели «системы одновременных уравнений»*

**Задание 11.** Для структурной системы одновременных уравнений

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t$$

построить приведённую систему.

**Задание 12.** Для структурной системы одновременных уравнений

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

построить приведенную систему.

**Задание 13.** Имеются сведения (в усл. ед.) о совокупном доходе  $Y_t$ , объеме потребления  $C_t$ , инвестициях  $I_t$  и государственных расходах  $G_t$  государства за 10 лет

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_t$	195	203	210	200	215	215	210	215	225	220
$I_t$	10	20	30	20	10	20	30	20	15	30
$G_t$	20	10	20	40	30	10	20	10	40	20
$Y_t$	225	233	260	260	255	245	260	245	280	270

Построить эконометрическую модель потребления, используя модель Кейнса формирования доходов:

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t$$

(Применить метод инструментальных переменных, в качестве которых рекомендуется выбрать линейную комбинацию  $I_t$  и  $G_t$ )

**Задание 14.** Имеются сведения (в усл. ед.) о совокупном доходе  $Y_t$ , объеме потребления  $C_t$  и инвестициях  $I_t$  государства за 10 лет

$C_t$	195	203	210	200	215	215	210	215	225	220
$I_t$	10	20	30	20	10	20	30	20	15	30
$Y_t$	225	233	260	260	255	245	260	245	280	270

Построить функцию потребления, используя модель Кейнса формирования доходов.

Структурная система уравнений:

$$C_t = \alpha + \beta Y_t + \xi_t$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

(Применить косвенный метод наименьших квадратов (КМНК))

#### 4.4. Шкала оценивания.

##### 4.4.1. Шкала оценивания дисциплины

Форма текущего контроля и промежуточной аттестации	Критерии оценивания
Практические занятия (ДОТ)	Критерии оценивания по теме занятия и другие виды текущего контроля: правильность и полнота устного и\или письменного ответа согласно плану семинарского занятия, аргументированность позиции, расчетов и т.д. Устанавливаются разработчиком онлайн курса.
Тестирование (ДОТ)	Проводится по каждой теме дисциплины либо применяется итоговое тестирование. Устанавливаются разработчиком онлайн курса.
Зачет / экзамен	Критерии оценивания и форма проведения устанавливается разработчиком онлайн курса

#### Шкала оценивания устных ответов на экзамене по дисциплине

Уровни сформированности компетенции	Отметка в баллах	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Высокий (продвинутый)	10 (5+)	Знания по всем основным вопросам темы, выходящие за ее пределы  Профессиональные умения  Личностные качества	Систематизированные, глубокие и полные  Выраженная способность самостоятельно и творчески решать научные и профессиональные задачи в нестандартной ситуации  Ярко выражены
	9 (5)	Знания по всем вопросам темы  Профессиональные умения  Личностные качества	Систематизированные, глубокие и полные  Способность самостоятельно и творчески решать научные и профессиональные задачи в нестандартной ситуации в рамках программы темы  Выраженные профессионально-личностные качества
	8 (5-)	Знания по всем поставленным вопросам в рамках темы  Профессиональные умения  Личностные качества	Систематизированные, глубокие и полные  Способность самостоятельно и творчески решать научные и профессиональные задачи в рамках темы  Обладает достаточными профессионально-значимыми качествами
Базовый (средний)	7 (4+)	Знания по всем разделам темы  Профессиональные умения  Личностные качества	Систематизированные и полные  Способность самостоятельно решать научные и профессиональные задачи в рамках темы  Обладает необходимыми личностно-профессиональными качествами
	6 (4)	Знания в объеме темы  Профессиональные умения	Достаточно полные и систематизированные  Способность самостоятельно решать учебные и профессиональные задачи в рамках темы
	5 (4-)	Знания в объеме темы  Профессиональные умения	Достаточные  Способность самостоятельно применять типовые решения в рамках темы
Минимальный (низкий)	4 (3+)	Знания в рамках образовательного стандарта  Профессиональные умения	Достаточный объем знаний в рамках обязательного уровня по теме  Умение под руководством преподавателя или решать стандартные (типовые) задания

	3 (3)	Знания в рамках обязательного освоения материала Профессиональные умения	Недостаточно полный объем Слабое владение методическими основами, некомпетентность в решении стандартных типовых заданий
	2 (3-)	Знания в рамках обязательного освоения материала Профессиональные умения	Фрагментарные знания Низкий уровень культуры исполнения заданий
	1 (2)	Знания в рамках обязательного освоения материала Профессиональные умения	Отсутствие знаний Отсутствие компетенций или отказ от решения практических заданий

#### Шкала оценивания результатов тестирования и практикоориентированных заданий

Оценка (стандартная)	Оценка (тестовые нормы: % правильных ответов)
8-10 (5) – «отлично»	80-100 %
5-7 (4) – «хорошо»	65-79%
2-4 (3) – «удовлетворительно»	50-64%
1 (2) – «неудовлетворительно»	Менее 50%

#### 4.5. Методические материалы

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведётся преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

Оценка качества подготовки по результатам самостоятельной работы студента ведётся:

1) преподавателем

– оценка глубины проработки материала, рациональность и содержательная ёмкость представленных интеллектуальных продуктов, наличие креативных элементов, подтверждающих самостоятельность суждений по теме;

2) группой



–в ходе обсуждения представленных материалов;

3) студентом лично

–путём самоанализа достигнутого уровня понимания темы.

По дисциплине предусмотрены формы контроля качества подготовки:

- текущий (осуществление контроля за всеми видами аудиторной и внеаудиторной деятельности студента с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины);

-промежуточный (оценивается уровень и качество подготовки по конкретным разделам дисциплины).

Результаты текущего и промежуточного контроля качества выполнения студентом запланированных видов деятельности по усвоению учебной дисциплины являются показателем того, как студент работал в течение семестра.

Текущий контроль успеваемости предусматривает оценивание хода освоения дисциплины: теоретических основ и практической части. Промежуточная аттестация студентов – оценивание результатов обучения по дисциплине, в том числе в форме опроса.

Для оценки качества подготовки студента по дисциплине в целом составляется рейтинг – интегральная оценка результатов всех видов деятельности студента, осуществляемых в процессе её изучения, которая представляется в балльном исчислении в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе АНО ВО «КИТ Университет».

Проработка конспекта лекций и учебной литературы осуществляется студентами в течение всего семестра после изучения новой темы. Предусмотрена текущая аттестация в форме контрольных опросов и тестирования.

По результатам выполнения всех заданий на самостоятельную работу и выполнения заданий в ходе практических занятий преподаватель даёт комплексную оценку деятельности студента.

Высокую оценку получают студенты, которые при подготовке материала для самостоятельной работы сумели самостоятельно составить логический план изучения темы и реализовать его, собрать достаточный фактический материал (теоретический и практический, использовали IT-технологии, электронные ресурсы, литературу по теме. Студенты при этом должны показать связь рассматриваемой темы с современными проблемами общества, значимость изучаемого материала в соответствии с направлением подготовки студента и авторский вклад в систематизацию и структурирование материала.

Промежуточный контроль проводится в форме сдачи экзамена. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все виды текущей аттестации – задания для самостоятельной работы и контрольные опросы, а также прошедшие тестирование.

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

*Приводятся методические указания для обучающихся по подготовке к текущему контролю успеваемости.*

*Также могут быть приведены рекомендации, позволяющие обучающимся организовать процесс освоения дисциплины. Например, по планированию и организации времени, отведенного на освоение дисциплины, последовательности действий обучающегося; по использованию учебно-методических материалов; по работе с литературой; по подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации; по работе с тестовыми заданиями, по выполнению домашних заданий и др.*

*Приводятся вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям лекционного, практического (семинарского) типов, к лабораторным работам (практикумам); примерные темы для написания рефератов, докладов, эссе и курсовых работ (проектов).*

### **1. Общие методические рекомендации студентам по освоению содержания учебной дисциплины**

Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» способствует формированию у слушателей третьей фундаментальной составляющей современного экономического образования, являющие собою триединство **макроэкономики, микроэкономики и эконометрики**. Успешное освоение дисциплины продолжает развитие у студентов, выбравших профиль «Экономика(продвинутый уровень)» навыков математико - экономико-статистического мышления и способности к самостоятельной творческой работе. В связи с этим, все аудиторные занятия следует регулярно посещать, выполняя тщательную запись лекций и решение задач, обращаясь, если необходимо, за разъяснениями к преподавателям, ведущих лекционные или семинарские занятия.

Старайтесь записывать лекции как можно подробнее. В них будет много материала, который вы еще не изучали. Конечно, сложные сведения требуют академического изложения. При конспектировании необходимо не только записывать материал, которые диктует преподаватель, и списывать с доски, но и успевать конспектировать комментарии преподавателя.

**2. *методические рекомендации студентам по изучению и конспектированию учебной и научной литературы***

При изучении студентами учебной и научной литературы как включенной в список, так и указанной преподавателем дополнительно, следует проводить тщательное конспектирование. При этом математические выкладки рекомендуется повторять самостоятельно. Это позволит Вам понять содержание формул и их истинный смысл.

**3. *методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы, подготовке к практическим и семинарским занятиям***

При организации самостоятельной работы, следует обратить особое внимание на регулярность чтения основной и дополнительной литературы и конспекта лекций, а также выполнения домашних заданий.

Подготовку к каждому семинарскому занятию каждый студент должен начать с ознакомления с темой занятия и просмотра размещенных учебных и учебно-методических материалов, привязанных к существующему расписанию занятий и осваивающихся обучающимися в соответствии с этим расписанием, видео-лекций, размещенных в ДОТ. Тщательное продумывание и изучение основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, чтения текстов, выложенных в ДОТ. Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

**4. *методические рекомендации студентам по методике выполнения домашних заданий***

При решении домашних заданий следует обратить внимание на решение основных задач, разбирившихся на семинарах, а при необходимости и изучить конспекты лекций. Особенно рекомендуется самостоятельное решение домашних задач, указанных преподавателем.

**5. *методические рекомендации студентам по решению контрольной работы***

Методика решения контрольной работы в принципе не отличается от методики решений отдельных домашних заданий. Однако студент должен быть готов к отстаиванию правильности своего решения и верности избранного им метода.

**6. *методические рекомендации студентам по подготовке к экзамену***

При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, разбиравшихся на семинарах и включенных в контрольную работу, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.

Этапами и механизмами формирования компетенции при изучении данной дисциплины являются:

- лекция (восприятие),
- изучение основной литературы и конспектов лекций (понимание),
- семинарское (практическое) занятие (обработка и закрепление),
- решение задач (приобретение навыков),
- изучение дополнительной литературы (углубленное понимание),
- решение контрольных работ, подготовка к экзамену, сдача экзамена (контроль и коррекция).

Учебный материал дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» состоит из следующих основных разделов:

- Модели множественная линейной и нелинейная регрессии и корреляции.
- Временные ряды.
- Модели одновременных уравнений.
- Динамические эконометрические модели.

При изучении всех тем дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» необходимо обратить особое внимание на компьютерную реализацию изучаемых алгоритмов построения эконометрических моделей.

- В разделе «Модели множественная линейной и нелинейная регрессии и корреляции; содержатся сведения обо всех далее используемых статистических критериях, процедурах статистической проверки гипотез, поэтому эту тему необходимо проработать тщательно, повторяя выводы основных соотношений, определяющих свойства критериальных случайных величин - статистик, с помощью которых проводится верификация эконометрических моделей.

Темы, связанные с регрессией и корреляцией, являются определяющими в курсе, поскольку именно регрессионные модели находят наибольшее применение в экономической практике. Этим темам следует уделить особое внимание.

Модели одновременных уравнений, модели временных рядов, а также динамические модели требуют активного использования компьютеров, поэтому надо обратить внимание на компьютерный практикум, который непрерывно сопровождает лекционные занятия.

Следует отметить широкое использование в курсе «Эконометрика (продвинутый уровень)» теорем теоретической статистики, что может создавать определённые трудности, поэтому необходимо активно использовать консультационные занятия.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем к каждому семинару, разбирают и повторяют основные определения и теоремы, доказанные на лекциях. Характер и количество задач, решаемых на практических занятиях, определяются преподавателем, ведущим занятия. Контроль эффективности самостоятельной работы студента осуществляется с помощью проверяемых самостоятельных домашних работ. Количество задач, предлагаемых для самостоятельной работы студентов, определяются их сложностью и с учетом соотношения часов аудиторной и самостоятельной работы. В семестре проводится две контрольных работы.

Для успешного освоения учебного материала курса «Эконометрика (продвинутый уровень)» требуются систематическая работа по изучению лекций и рекомендуемой литературы, решению

домашних задач и домашних контрольных работ, а также активное участие в работе семинаров. Выполнение всех самостоятельных домашних заданий и контрольной работы является необходимым условием допуска к экзамену по теоретическому курсу.

**Текущий контроль.** В процессе изучения учебной дисциплины студентом выполняются промежуточные контрольные задания. Результаты выполнения заданий являются основанием для выставления оценок текущего контроля по данной учебной дисциплине. Выполнение всех заданий является обязательным для всех студентов. Студенты, не выполнившие в полном объеме все задания, не допускаются к сдаче экзамена по данной учебной дисциплине.

**Итоговый контроль.** Для контроля усвоения студентами данной дисциплины, учебным планом предусмотрен *экзамен*, который проводится в письменной форме.

### **Перечень контрольных вопросов при подготовке к семинарам:**

1. Основные категории дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)».
2. Классификация моделей и типы данных.
3. Основные этапы построения эконометрических моделей.
4. Этап спецификации эконометрической модели.
5. Этап параметризации эконометрической модели.
6. Этап верификации эконометрической модели.
7. Проверка адекватности модели.
8. Основные статистические критерии, используемые для верификации моделей.
9. Статистики  $t$ ,  $F$ ,  $D-W$ ,  $R^2$ .
10. Парная линейная регрессионная эконометрическая модель. Проверка общего качества модели. Коэффициент детерминации
11. Парная регрессионная эконометрическая модель.
12. Теорема Гаусса-Маркова о применимости метода наименьших квадратов при параметризации регрессионных эконометрических моделей.
13. Свойство оценок, получаемых методом наименьших квадратов.
14. Понятие значимости оценок, критерии значимости.
15. Метод статистических гипотез оценки значимости оценок.
16. Множественная регрессионная модель.
17. Мультиколлинеарность, её последствие. Методы устранения мультиколлинеарности.
18. Фиктивные переменные в регрессионных эконометрических моделях, основные принципы их введения.
19. Нелинейные зависимости в экономике. Нелинейные модели регрессии.
20. Виды нелинейных уравнений регрессии. Линеаризация нелинейных моделей регрессии.
21. Логлинейные модели.
22. Модель МПФ Кобба – Дугласа. Свойства коэффициентов регрессии
23. Временные ряды и их эконометрические модели. Структура временного ряда.
24. Анализ аддитивной модели временного ряда. Алгоритм анализа.
25. Анализ мультипликативной модели временного ряда. Алгоритм анализа.
26. Прогноз во временных рядах.
27. Использование фиктивных переменных во временных рядах.
28. Динамические эконометрические модели.
29. Динамические модели с распределённым лагом.
30. Динамическая модель геометрических лагов (Модель Койки)
31. Динамическая модель полиномиальных лагов (Модель Алмон)
32. Динамические модели авторегрессии.

33. Эконометрические модели, описываемые системой одновременных уравнений.
34. Структурная и приведённая форма системы одновременных уравнений.
35. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК) оценки коэффициентов структурных уравнений.
36. Инструментальные переменные, двухшаговый метод наименьших квадратов. (ДМНК) оценки коэффициентов структурных уравнений.
37. Проблема идентификации. Необходимые и достаточные условия идентифицируемости структурных уравнений. Счётное правило.

### *Задания для самостоятельной подготовки*

#### **Лабораторная работа 1.**

#### **Множественная регрессия. Фиктивные переменные**

##### **Задание:**

Откройте файл Kwart.xls с данными о стоимости квартир в г. Истра Московской области в период с января по март 2012 г.

**Price** - цена, тыс.руб.; **So** - общая площадь, м<sup>2</sup>; **Sg** - жилая площадь, м<sup>2</sup>;

**H** - этаж (0 – крайний этаж, 1 – средний этаж); **R** - расстояние до центра, км;

**T** - тип дома (0 – дом панельный, 1 – дом кирпичный);

**Bal** - балкон (0 – нет балкона, 1 - иначе); **W** - горячая вода (0 – нет горячей воды, 1 - иначе);

**O** - очаг (0 – газ, 1 – электрическая плита); **Plan** - планировка (0 – старая, 1 - новая);

**Y** - срок эксплуатации, год; **Kol** - количество комнат.

<b>№</b>	<b>PRICE</b>	<b>SO</b>	<b>SG</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>T</b>	<b>BAL</b>	<b>W</b>	<b>O</b>	<b>PLAN</b>	<b>Y</b>	<b>KOL</b>
1	2450	35	18	1	3,5	0	1	1	1	1	17	1
2	2450	29	18	0	0,5	1	0	1	0	0	36	1
3	2360	31	18	0	1	0	0	1	0	0	30	1
4	2510	41	22	1	1	0	1	1	1	1	7	1
5	2500	32	18	1	1,5	1	1	1	1	1	9	1
6	2370	28	13	0	1,7	1	0	1	1	0	40	1
7	2470	36	18	0	3,2	0	1	1	1	1	15	1
8	2320	32	18	1	6	0	1	0	0	0	33	1
9	2539	34	18	0	1,5	1	1	1	1	1	6	1
10	2360	27	17	1	0	1	0	0	0	0	32	1
11	4700	50	30	0	3	1	1	1	0	1	22	2
12	4570	45	31	0	0,8	0	0	1	0	0	30	2
13	4530	54	37	1	0	1	0	1	1	0	27	2
14	4650	54	32	1	1,2	0	1	1	1	1	9	2
15	4550	53	31	0	3	0	0	1	1	1	15	2
16	4700	48	28	1	0,6	0	1	1	0	0	25	2

17	4650	55	32	0	0,9	0	0	1	0	0	25	2
18	4530	42	27	0	0	1	1	1	0	0	30	2
19	4570	46	32	1	0,6	0	1	1	0	0	30	2
20	4550	42	29	0	0	1	0	1	0	0	30	2
21	4550	45	27	0	0	0	0	1	0	0	25	2
22	4550	52	30	0	3	0	0	1	1	0	25	2
23	4999	74	32	0	3	1	1	1	1	1	0	2
24	4600	62	32	0	8	1	1	1	1	1	2	2
25	4600	47	27	1	3	1	1	1	1	1	9	2
26	4650	53	32	0	1,3	0	1	1	0	0	25	2
27	4200	41	27	1	16	1	1	1	0	0	25	2
28	4750	54	41	1	0	0	1	1	1	1	14	2
29	4550	47	30	1	0,6	0	1	1	0	0	25	2
30	7380	102	50	1	0	1	1	1	1	1	9	2
31	5620	60	42	1	3	1	1	1	0	0	40	3
32	5930	65	40	1	0	0	1	1	0	1	12	3
33	6960	71	51	0	0,7	1	1	1	1	1	14	3
34	9560	130	70	0	0	1	1	1	1	1	0	3
35	7650	60	36	1	3,5	0	1	1	1	1	9	3
36	6650	50	38	1	3	1	1	1	0	0	30	3
37	6780	64	40	0	0	0	1	1	1	1	14	3
38	6600	62	42	1	0,8	1	0	1	0	0	40	3
39	6700	58	36	1	0	1	0	1	1	1	16	3
40	7750	71	51	0	0,6	0	1	1	0	0	25	3
41	7820	86	61	0	3	0	1	1	1	1	23	4
42	7700	72	48	0	3,2	0	0	1	1	1	18	4
43	8620	86	68	1	8	0	1	1	1	1	8	4
44	8950	87	62	0	0,4	0	1	1	1	1	19	4
45	8910	80	52	0	0	1	1	1	1	1	22	4
46	7800	71	48	1	3	0	1	1	1	1	16	4
47	6670	61	45	1	0,8	0	1	1	0	0	28	4
48	7750	85	61	1	2,8	0	1	1	1	1	17	4
49	7775	70	47	0	2,3	0	1	1	1	1	20	4
50	16460	205	150	1	0	1	1	1	1	1	0	4

1. Определите выборочное среднее значение переменных: Y, So, R, Price.
3. Постройте точечный график зависимости цены от срока эксплуатации.
4. Постройте корреляционную матрицу и выпишите значения коэффициентов корреляции:
5. Постройте модель зависимости цены от любых 4 переменных. Запишите полученную модель в тетрадь. Объясните значение  $R^2$ . Проведите F – статистику, укажите проверяемые гипотезы.
6. Просмотрите результаты оценки коэффициентов. Выпишите значения t – статистик, укажите проверяемые гипотезы, проверьте их для каждого коэффициента.
7. Спрогнозируйте цену квартиры, значения переменных задайте самостоятельно.

## Лабораторная работа № 2.

## Временные ряды.

### Мультипликативная и аддитивная модели. Автокорреляция остатков.

Временной ряд – это совокупность значений какого – либо показателя за несколько последовательных промежутков времени. Для временных рядов проблема гетероскедастичности проявляется в виде автокорреляции остатков. Автокорреляция может быть положительной и отрицательной. Чаще всего положительная автокорреляция вызывается направленным воздействием некоторых неучтенных в модели факторов. Отрицательная автокорреляция означает, что за положительным отклонением следует отрицательное и наоборот. На практике отрицательная автокорреляция встречается редко.

Наиболее известным критерием обнаружения автокорреляции является критерий Дарбина – Уотсона, общая схема применения которого следующая:

Для построенного уравнения регрессии определяют значение статистики Дарбина – Уотсона  $DW$ . По таблице критических точек распределения для заданного уровня значимости  $\alpha$ , числа наблюдений  $n$  и количества независимых переменных  $k$  определяются два значения  $dl$  – нижняя граница,  $du$  – верхняя граница.

Далее осуществляем выводы по правилу:

$0 < DW < dl$  – существует положительная автокорреляция;

$dl < DW < du$  – зона неопределенности;  $du < DW < 4 - du$  – автокорреляция отсутствует;

$4 - du < DW < 4 - dl$  – зона неопределенности;  $4 - dl < DW < 4$  – существует отрицательная автокорреляция.

Графически выводы можно представить следующим образом:



Для устранения автокорреляции необходимо, прежде всего, скорректировать саму модель. Возможно, автокорреляция вызвана отсутствием в модели некоторой важной объясняющей переменной. И добавление этой переменной поможет устранить автокорреляцию. Чаще всего приходится добавлять фиктивные переменные, отвечающие за сезонность. Например, добавим переменную

$$s = \begin{cases} 0, & \text{если холодное время года,} \\ 1, & \text{если теплое время года.} \end{cases}$$

Тогда уравнение для  $y$  может быть представлено в виде

$$y = \alpha + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot s.$$

При  $s = 0$   $y$  покажет объем продаж в холодное время года, а при  $s = 1$  – в теплое. Коэффициент  $\beta_2$  показывает, на сколько изменяется объем продаж в теплое время года по сравнению с холодным. Иногда приходится добавлять несколько фиктивных переменных.

### Задания:

1. Откройте файл Avto.xls;

2. Постройте соответствующие (аддитивные или мультипликативные) модели временных рядов (EX) и (IM)
2. Постройте модель зависимости между экспортом (EX) и импортом (IM).
3. Проверьте наличие автокорреляции в модели;
4. Добавьте 4 фиктивных переменных, отвечающих за времена года (зима, весна, лето, осень), постройте новую модель, включив в нее фиктивные переменные, проверьте наличие автокорреляции в этой модели.
5. Дайте экономическую интерпретацию всем коэффициентам модели.

Файл Avto.xls:

Ежемесячные данные зависимости между мировым экспортом (EX) и импортом (IM) автомобилей (млрд. долларов).

	<b>EX</b>	<b>IM</b>
январь2011	12,47	11,07
февраль2011	12,65	11,5
март2011	12,89	12,01
апрель2011	12,97	12,28
май2011	10	13,16
июнь2011	13,31	13,43
июль2011	13,25	13,28
август2011	12,65	13,5
сентябрь2011	14,49	15,32
октябрь2011	14,47	15,62
ноябрь2011	14,74	17,44
декабрь2011	14,62	16,14
январь2012	17,6	16,13
февраль2012	17,7	16,08
март2012	16,6	16,55
апрель2012	15,26	15
май2012	19,49	18,72
июнь2012	19,08	17,8
июль2012	18,69	16,64
август2012	18,65	17,39
сентябрь2012	19,33	18,7
октябрь2012	19,11	18,02
ноябрь2012	18,62	17,46
декабрь2012	18,4	16,96
январь2013	16,15	15,06
февраль2013	16,58	16,01
март2013	17,6	16,63
апрель2013	18,48	17,86
май2013	15,36	14,56
июнь2013	15,25	15,64
июль2013	15,61	16,45



август2013	15,93	17,42
сентябрь2013	14,38	14,3
октябрь2013	14,3	14,59
ноябрь2013	14,75	14,66
декабрь2013	15,58	14,95

### Лабораторная работа №3 Модели одновременных уравнений

Имеются квартальные данные по Российской Федерации об объёмах валового внутреннего продукта ( $ВВП_t$ , трлн. руб.), расходов на конечное потребление ( $КП_t$ , трлн. руб.), валовое накопление ( $ВН_t$ , трлн. руб.) и чистого экспорта ( $Э_t$ , трлн. руб.) в среднегодовых ценах 1995 г. (табл. 9.1)\*

\*По данным сайта <http://www.gks.ru>

Таблица 1.

#### Динамика валового внутреннего продукта Российской Федерации по кварталам (в 1995 – 2005 гг. трлн. руб.)

Номер наблюдения	Год, квартал	$ВВП_t$	$КП_t$	$ВН_t$	$Э_t$
1	<b>1995 1кв</b>	300,10	260,15	43,40	26,55
2	1995 2 кв	341,60	248,27	73,10	20,22
3	1995 3кв	395,7	266,59	124,23	4,89
4	1995 4кв	361,10	251,42	105,49	4,19
5	<b>1996 1кв</b>	322,80	257,22	55,71	9,87
6	1996 2 кв	330,10	354,48	64,34	11,28
7	1996 3кв	374,00	244,54	116,24	13,22
8	1996 4кв	350,10	240,90	86,66	22,55
9	<b>1997 1кв</b>	321,40	255,54	52,31	13,55
10	1997 2 кв	327,30	257,72	63,56	6,01
11	1997 3кв	384,70	266,72	112,83	5,16
12	1997 4кв	362,60	278,34	77,86	6,39
13	<b>1998 1кв</b>	316,70	247,37	73,12	-3,79
14	1998 2 кв	324,20	237,30	87,60	-0,7
15	1998 3кв	350,80	270,15	62,16	18,49
16	1998 4кв	329,70	275,55	-6,67	60,82
17	<b>1999 1кв</b>	310,80	244,14	2,93	42,73

18	1999	2кв	334,20	232,50	51,61	50,09
19	1999	3кв	390,90	242,69	89,33	58,87
20	1999	4кв	369,40	244,74	41,35	83,31
21	<b>2000</b>	<b>1кв</b>	346,30	221,76	40,13	84,41
22	2000	2кв	368,40	222,53	61,49	84,38
23	2000	3кв	432,00	253,44	99,66	78,90
24	2000	4кв	399,80	250,08	85,17	64,55
25	<b>2001</b>	<b>1кв</b>	347,10	235,57	46,33	65,21
26	2001	2кв	364,15	242,31	70,86	50,98
27	2001	3кв	424,67	261,28	116,53	46,86
28	2001	4кв	399,80	265,24	100,71	33,85
29	<b>2002</b>	<b>1кв</b>	363,31	271,79	53,62	37,90
30	2002	2кв	382,50	269,36	69,12	44,02
31	2002	3кв	450,21	289,35	111,53	49,33
32	2002	4кв	417,90	287,06	87,79	43,05
33	<b>2003</b>	<b>1кв</b>	377,14	271,76	50,60	54,77
34	2003	2кв	399,38	279,64	74,57	45,17
35	2003	3кв	470,24	295,94	127,63	46,66
36	2003	4кв	443,71	300,05	97,98	45,68
37	<b>2004</b>	<b>1кв</b>	405,83	298,01	58,24	49,58
38	2004	2кв	431,29	269,59	80,61	54,09
39	2004	3кв	499,5	316,51	122,58	60,42
40	2004	4кв	478,06	306,31	112,89	58,86
41	<b>2005</b>	<b>1кв</b>	435,47	314,10	60,92	60,45
42	2005	2кв	463,66	309,69	84,13	69,83
43	2005	3кв	535,01	336,24	127,61	71,15
44	2005	4кв	510,18	318,43	128,26	63,49

Построить следующую систему эконометрических уравнений

$$\begin{cases} K\Pi_t = a_1 + b_{11}BB\Pi_t + \varepsilon_1 \\ BH_t = a_2 + b_{21}BB\Pi_{t-4} + \varepsilon_2 \\ BB\Pi_t = K\Pi_t + BH_t + \varepsilon_t \end{cases} \quad (1)$$

В этой системе три эндогенных переменных -  $KП_t$ ,  $ВН_t$ ,  $ВВП_t$ , одна экзогенная  $Э_t$  и одна лаговая переменная.  $ВВП_{t-4}$ .

Проверить систему на идентифицируемость с помощью необходимого и достаточного условия. В случае положительности исследования на идентифицируемость построить приведённую форму.

$$\begin{cases} ВВП_t = A_1 + B_{11}ВВП_{t-4} + B_{12}Э_t + e_1 \\ КН_t = A_2 + B_{21}ВВП_{t-4} + B_{22}Э_t + e_2 \\ ВН_t = A_3 + B_{31}ВВП_{t-4} + B_{32}Э_t + e_3 \end{cases} \quad (2)$$

Где  $A$ ,  $B$  – неизвестные параметры;  $e$  – случайные остатки.

В качестве исходной информации использовать данные исходной таблицы 1

Определить выровненные значения  $ВВП_t$  по первому приведенному уравнению системы (2).

Следует использовать укороченные динамические ряды: все показатели, кроме  $ВВП_{t-4}$  берутся с пятого (1-ый квартал 1996 г.) по последнее наблюдение (4-ый квартал 2005 г.), а показатель  $ВВП_{t-4}$  с первого (1-ый квартал 1995 г.) по сороковое наблюдение (4-ый квартал 2004 г.)

После этого применить к первому уравнению структурной формы модели СФМ метод наименьших квадратов, используя в качестве исходной информации фактические значения эндогенной переменной – результат наблюдений  $КП_t$  и выровненные значения эндогенной переменной  $ВВП_t$ . В результате получим оценки  $a_1$  и  $b_{11}$ . Проверить на значимость полученные оценки  $a_1$  и  $b_{11}$  по критериям  $R^2$ ,  $t$ ,  $F$ .

Второе уравнение СФМ не содержит эндогенных переменных в качестве факторов, поэтому оценки его параметров  $a_2$  и  $b_{21}$  следует найти простым методом наименьших квадратов. Проверить на значимость полученные оценки  $a_2$  и  $b_{21}$  по критериям  $R^2$ ,  $t$ ,  $F$ .

Третье уравнение СФМ является тождеством, все его параметры равны единице.

Таким образом, мы получим параметры всех уравнений СФМ, если все параметры значимы по критериям  $R^2$ ,  $t$ ,  $F$ , это подтверждает правильность предложенной теоретической модели.

Построенная модель позволяет прогнозировать конечное потребление (КП) и валовое накопление (ВН) в стране, национальная экономика которой производит данный валовой внутренний продукт (ВВП).

#### Лабораторная работа №4. Динамические модели

В таблице представлены данные о динамике объёма ВВП бизнеса-сектора США  $y_t$ , (в ценах 1997 г., млрд. долл. США) и валовых внутренних инвестиций в экономику США  $x_t$  (общей суммы расходов на приобретение новых заводов и оборудования в промышленности в ценах 1997 г., млрд. долл. США) за 1969 – 2001 г.г.

Построить модель с распределённым лагом для  $l = 4$ , используя метод Алмон, в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени. Общий вид модели:

$$y_t = a + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + b_2 x_{t-2} + b_3 x_{t-3} + b_4 x_{t-4} + \xi_t$$

$$b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2, \quad j = \overline{1, 4}$$

Провести экономический анализ построенной модели.

Таблица

Динамика объёма ВВП США ( $y_t$ , в ценах 1997 г., млрд. долл. США) и валовых внутренних инвестиций в экономику США ( $x_t$  в ценах 1997 г., млрд. долл. США)\*.

Год	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
y	2975.8	2965.1	31.0.1	3268.5	3248.1	3221.7	3280.8	3533.2	3703.5	3796.8	3776.3
x	429.7	481.5	532.2	591.7	543.0	437.6	520.6	600.4	664.6	669.7	594.4
Год	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
y	1931.3	1973.2	2025.6	2129.8	2218.0	2343.3	2473.5	2622.3	2690.3	2801.0	2877.1
x	296.4	290.8	289.4	321.2	343.3	371.8	413.0	438.0	418.6	440.1	461.3
Год	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
y	3843.1	3760.3	3906.6	4148.5	4279.8	4404.5	4540.0	4781.6	4836.9	4884.9	4848.4
x	631.1	540.5	599.5	757.5	745.9	735.1	749.3	773.4	789.2	744.5	672.6

\*Источник

.Economic Report of the President - Washington: US Government Printing Office,2002.-С.300.

### Модель полиномиальных лагов (метод Алмон)

В модели полиномиальных лагов предполагается, что зависимость коэффициентов при лаговых значениях объясняющей переменной от величины лага описывается полиномом  $m$ -й степени. Модель имеет вид

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_p x_{t-p} + \varepsilon_t,$$

где  $\beta_s = \gamma_0 + \gamma_1 s + \gamma_2 s^2 + \dots + \gamma_m s^m$ ,  $m \leq p$ .

Предположим, что величина лага  $p$  известна. Кроме того, необходимо установить степень полинома  $m$ . Обычно на практике ограничиваются рассмотрением полиномов второй и третьей степени.

Пусть, например,  $p=3$   $m=2$ , тогда исходная модель есть

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \beta_3 x_{t-3} + \varepsilon_t,$$

$$\beta_0 = \gamma_0,$$

$$\beta_1 = \gamma_0 + \gamma_1 + \gamma_2,$$

$$\beta_2 = \gamma_0 + 2\gamma_1 + 4\gamma_2,$$

$$\beta_3 = \gamma_0 + 3\gamma_1 + 9\gamma_2.$$

Преобразованная модель имеет вид

$$y_t = \alpha + \gamma_0 z_0 + \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2,$$

$$z_0 = x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3},$$

$$\text{где } z_1 = x_{t-1} + 2x_{t-2} + 2x_{t-3},$$

$$z_3 = x_{t-1} + 4x_{t-2} + 9x_{t-3}.$$

Используя МНК, оцениваем параметры преобразованной модели и затем рассчитываем параметры исходной модели с распределенным лагом.

Подготовить таблицу значений  $z_0, z_1, z_2, z_3$ . Используя МНК, оцениваем параметры преобразованной модели и затем рассчитываем параметры исходной модели с распределенным лагом. Исследовать на значимость найденные параметры, используя критерии  $R^2$ ,  $t$ ,  $F$ .

### Примерные темы для написания рефератов

1. История развития и формирования эконометрики как науки.
2. Р. Фриш - основоположник эконометрики.

3. Эконометрика и эффективные прогнозы в финансово-экономической области.
4. Временные ряды, процедуры выделения трендовых, периодических циклических и сезонных составляющих. Примеры.
5. Динамические эконометрические модели. Модели Койки и Алмон. Примеры.
6. Модели одновременных уравнений. Кейсианские модели закрытой и открытой экономики. Примеры.
7. Проблема мультиколлинеарности в эконометрике и её преодоление. Примеры.
8. Проблема идентифицируемости параметров структурных эконометрических уравнений для моделей одновременных уравнений.
9. Условия применимости МНК в регрессионных уравнениях. Теорема Гаусса – Маркова.
10. Проблема гетеро и гомоскедастичности в эконометрике. Тесты Спирмена, Гольдфельда – Квандта и Глейзера.
11. Фиктивные переменные в эконометрике. Применение фиктивных переменных при моделировании временных рядов.
12. Эконометрическое моделирование производственных функции типа Кобба – Дугласа, анализ результатов.

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

**6.1. Основная литература.**

1. Дэвидсон Р. Теория и методы эконометрики : Р. Дэвидсон, Д.Г. Мак-Киннон; пер. с англ. под науч. ред. Е. И. Андреевой -- Москва : Дело, 2018. - 928 с. - (Академический учебник). - Библиогр.: с. 873-890. - ISBN 978-5-7749-1205-6.
2. Хайяши Ф. Эконометрика : учебник : рекомендовано для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям... / Ф. Хайяши; пер. с англ. под науч. ред. В. П. Носко - Москва : Дело, 2017. - 728 с. - (Академический учебник). - Перевод изд.: Fumio Hayashi. Econometrics. - Библиогр.: с. 705-707. - ISBN 978-5-7749-1197-4.
3. Грин У. Эконометрический анализ . Кн. 1 / У. Грин; пер. с англ. под науч. ред. С.С. Синельникова и М.Ю. Турунцевой - Москва : Дело, 2016. - 737 с. - (Академический учебник). - Перевод изд.: William H. Greene. Econometric Analysis. - ISBN 978-5-7749-1157-8 (кн.1).

**6.2. Дополнительная литература**

1. Сток Д., Уотсон М., 2015, Введение в эконометрику: Учебник. 3-е изд./ Пер с англ. – М.: Дело, 2015
2. Носко В.П. Эконометрика Книга 1, Ч.1,2: учебник. — М.: Дело, 2011. — 672
3. Кеннеди П. Путеводитель по эконометрике : учебник : рекомендовано для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям.... Ч. 2 / П. Кеннеди; пер. с англ. под науч. ред. В. П. Носко - 6-е изд. - Москва : Дело, 2016. - 491 с. (517-1008 с.). - (Академический учебник). - Перевод изд.: Peter Kennedy. A guede to econometrics. - 6th edition. - Blackwell Publishing, 2008. - Библиогр.: с. 915-969. - ISBN 978-5-7749-1154-7(Кн.2).
4. Кеннеди П.Путеводитель по эконометрике : учебник : рекомендовано для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям.... Ч. 1 / П. Кеннеди; пер. с англ. под науч. ред. В. П. Носко . - 6-е изд. - Москва : Дело, 2016. - 515 с. - (Академический

учебник). - Перевод изд.: Peter Kennedy. A guide to econometrics. - 6th edition. - Blackwell Publishing, 2008. - ISBN 978-5-7749-1154-7(Кн.1).

5. *Галочкин, В. Т.* Эконометрика : учебник и практикум для вузов / В. Т. Галочкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14974-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/486226> (дата обращения: 22.09.2021).

6. *Демидова, О. А.* Эконометрика : учебник и практикум для вузов / О. А. Демидова, Д. И. Малахов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 334 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00625-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/469219> (дата обращения: 22.09.2021).

7. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00313-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/468366> (дата обращения: 22.09.2021).

8. *Костюнин, В. И.* Эконометрика : учебник и практикум для вузов / В. И. Костюнин. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02660-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait-ru.ezproxy.ranepa.ru:2443/bcode/468964> (дата обращения: 22.09.2021).

### **6.3. Иные источники**

1. [БД-1]База данных «Оценки совокупной факторной производительности российских фирм обрабатывающей промышленности с информацией по географической локализации»
2. [БД-2]База данных «Индексы совместной локализации для пар отраслей обрабатывающей промышленности России».

### **6.4. Интернет-ресурсы**

[http://www.economicnetwork.ac.uk/links/data\\_free](http://www.economicnetwork.ac.uk/links/data_free)

На этом сайте имеется большое количество ссылок на различные сайты, содержащие в свободном доступе данные экономической статистики.

<http://www.census.gov/ipc/www/idb>

Международная база данных Бюро переписи населения США / U.S. Census Bureau - International DataBase (IDB).

<http://www.econ.kuleuven.be/gme/data.htm>

Статистические данные, использованные в книге: Вербик М. (2008). Путеводитель по современной эконометрике. М., Научная книга.

[http://economist.mrsu.ru/info/kaf\\_statistic/poleznie\\_ssilki.html](http://economist.mrsu.ru/info/kaf_statistic/poleznie_ssilki.html)

Полезные ссылки на сайты, на которых прикладной экономист может найти данные для исследований.

<http://www.feweb.vu.nl/econometriclinks/slinks/>

На этом сайте имеется большое количество ссылок на различные интернет-ресурсы, посвященные изучению, разработке и применению эконометрических методов

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

**7.1. Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение:** Лекционные, практические занятия и самостоятельная работа проводятся с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Учебные и учебно-методические материалы размещены в системе дистанционного

обучения. В системе дистанционного обучения могут быть размещены тексты для использования в рамках практических занятий как с использованием, так и без использования ЭО и ДОТ.

Для проведения лекций необходима аудитория с презентационным оборудованием, компьютер под управлением операционной системы Windows с доступом в Интернет и установленным программным обеспечением MicrosoftOffice (Word, PowerPoint, Excel) и AdobeReader.

Для лабораторных занятий необходим компьютерный класс, оснащённый компьютерами под управлением операционной системой Windows с доступом в Интернет и установленным прикладным программным обеспечением EconometricViews (версии не ниже 8) либо пакеты Gretl или R, Stata (версии не ниже 10) либо пакет R, MicrosoftOffice (Word, PowerPoint, Excel) и AdobeReader. Компьютер преподавателя должен быть оснащён проектором.

Учебные аудитории, предназначенные для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, должны быть оборудованы:

- специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья);
- техническими средствами обучения (мультимедийный проектор; персональный компьютер (ноутбук) с программным обеспечением: операционная система Windows 7/8/10; офисный пакет Microsoft Office 2010/2013/2016, включающий программу подготовки и демонстрации презентаций Microsoft PowerPoint);
- экраном для демонстрации презентаций и фильмов;
- учебной доской (маркерной).

Учебные аудитории, предназначенные для самостоятельной работы, должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и использования электронно-библиотечных и информационно-справочных систем, а также с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (сайт) АНО ВО «КИТ Университет».

## **7.2. В учебном процессе используются следующие информационные технологии и информационно-справочные системы:**

- программное обеспечение: операционная система WINDOWS, табличный процессор EXCEL, пакеты «АНАЛИЗ ДАННЫХ», «ПОИСК РЕШЕНИЯ» табличного процессора EXCEL,
- электронно-библиотечные системы: «IPRbooks» (URL: <http://www.iprbookshop.ru/>); «Юрайт» (URL: <https://www.biblio-online.ru/>); «Лань» (URL: <https://e.lanbook.com/>).

Перечень информационных технологий, программных продуктов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
1	Операционная система (Microsoft Windows 10 LTSP 1607);
2	Пакет офисных программ (Microsoft Office Professional 2016);
3	Антивирусная программа (NOD32, Dr.Web, Kaspersky и др.);
4	Интернет-браузер (Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox, Google Chrome и др.);
5	Различные утилиты (Архиваторы, программы записи компакт-дисков, файловые менеджеры, программы просмотра изображений и др.);
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Универсальная интернет-энциклопедия Wikipedia <a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a></li> <li>• ЭБС Лань <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></li> <li>• ЭБС IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a></li> <li>• ЭБС Юрайт <a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a></li> <li>• Сервис полнотекстового поиска по книгам <a href="http://books.google.ru/">http://books.google.ru/</a></li> <li>• Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | • <a href="http://www.edu.ru">Федеральный образовательный портал «Российское образование» http://www.edu.ru</a> |
|--|---|

Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин, содержатся в материалах для проведения занятий лекционного и семинарского типа.