

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Узунов Федор Владимирович

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.10.2021 15:56:30

Уникальный программный ключ:

fd935d10451b860e912264c0378f8448452bfd603f94388008e29877a6bcbf5

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»  
«УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ»**

**Факультет экономики и управления  
Кафедра «Бизнес-информатика»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методической работе

С.С. Скараник

«01» сентября 2020 г.



Рабочая программа дисциплины  
**Эконометрика**

Направление подготовки  
**38.03.01 Экономика**

Профиль  
**Финансы и кредит**

Квалификация выпускника  
*Бакалавр*

Для всех форм обучения

Симферополь 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	3
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	4
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины	21
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	22
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основы экономических знаний в различных сферах деятельности;</li> <li>— основные понятия эконометрического подхода, основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей;</li> <li>— методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей;</li> <li>— основные методы диагностики эконометрических моделей</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p>
ОПК - 3	способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	<ul style="list-style-type: none"> <li>— использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности;</li> <li>— выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы;</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности;</li> <li>— способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы.</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Б1.Б.11 «Эконометрика» входит в базовую часть. Курс эконометрики – неотъемлемая составная часть профессионального цикла образовательной программы экономиста и входит в единый блок со следующими дисциплинами: Микроэкономика, Макроэкономика, Статистика. Является предшествующей дисциплинам: Экономика труда, Маркетинг, Экономико-математическое моделирование и другие.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), 216 академических часов.

**3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

**Для очной формы обучения**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц 216 часов

<b>Объём дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа	118
Аудиторная работа (всего):	108
Лекции	52
Семинары, практические занятия	56
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	98
Зачет	4
Экзамен	6

**Для заочной формы обучения**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц 216 часов

<b>Объём дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа	32
Аудиторная работа (всего):	22
Лекции	10
Семинары, практические занятия	12
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	184
Зачет	4
Экзамен	6

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ тем ы	Наименование темы	Всего		Количество часов					
		ОФО	ЗФО	Контактная работа (Аудиторная работа)				Внеаудит. работа	
				Лекции		Практические		Самост. раб.	
				ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования	8	9	4	1	2	-	2	8
2	Однофакторная линейная регрессия	36	33	12	1	14	2	10	30
3	Однофакторная нелинейная регрессия	40	34	10	2	12	2	18	30
4	Множественная линейная регрессия	38	44	8	2	12	2	18	40
5	Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова	28	26	6	2	6	2	16	22
6	Временные ряды	28	27	6	1	6	2	16	24
7	Системы эконометрических уравнений	28	33	6	1	4	2	18	30
	Всего по дисциплине	206	206	52	10	56	12	98	184
	Зачет	4	4						
	Экзамен	6	6						
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>52</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>12</b>	<b>98</b>	<b>184</b>

##### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

###### Тема 1. Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования

История развития науки эконометрики. Вклад отечественных ученых в эконометрику. Объект и предмет эконометрики. Цели эконометрического исследования. Три составляющих эконометрики: регрессия, системы эконометрических уравнений, временные ряды. Инструментарий эконометрического исследования. Количественные характеристики случайных величин: среднее значение (математическое ожидание), дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, ковариация, коэффициент корреляции.

###### Тема 2. Однофакторная линейная регрессия

Парная линейная регрессия. Оценка параметров модели методом наименьших квадратов (МНК): система нормальных уравнений. Интерпретация коэффициентов уравнения регрессии. Оценка адекватности модели: наличие связи между переменными, анализ дисперсии, коэффициент детерминации  $R_2$ , F-критерий Фишера значимости уравнения в целом. Свойства оценок коэффициентов регрессии: несмещенность, эффективность, состоятельность.

Теорема Гаусса-Маркова. Оценки стандартных отклонений оценок параметров регрессии. Доверительные интервалы коэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов модели по критерию Стьюдента. Множественная линейная регрессия. Требования к факторам, включаемым в модель. Матричное представление оценок по МНК. Оценка значимости отдельных факторов множественной регрессии

### **Тема 3. Однофакторная нелинейная регрессия**

Типы нелинейности в регрессионной зависимости: нелинейность по экзогенным переменным, нелинейность по параметрам. Сведение нелинейного по переменным уравнения к линейному с помощью преобразований. Смещённость оценок параметров, полученных МНК. Коэффициент детерминации для нелинейных моделей. Метод последовательных приближений нахождения оценок параметров.

### **Тема 4. Множественная линейная регрессия**

Многофакторный корреляционный анализ. Многофакторная линейная регрессионная модель. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель. Статистические свойства МНК-оценок для множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок и матрицы ковариаций.

Интервальные оценки коэффициентов множественной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях. Проверка общего качества оценки многофакторной линейной регрессии. Коэффициент детерминации (множественной корреляции). Скорректированный коэффициент детерминации

### **Тема 5. Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова**

Последствия неправильной спецификации модели: включения лишней переменной, невключения необходимой переменной, использования «заменителей». Свойства оценок коэффициентов регрессии: несмещённость, точность, эффективность, состоятельность. Теорема Гаусса-Маркова. «Стандартные ошибки» коэффициентов регрессии. Мультиколлинеарность факторов. Статистика, используемая для проверки факторов на мультиколлинеарность, Методы смягчения мультиколлинеарности. Оценка значимости совместного предельного вклада группы переменных с помощью F-теста. Зависимость между F- и t- статистиками. Скорректированный коэффициент детерминации  $R_2$ .

Гетероскедастичность: определение, причины и последствия гетероскедастичности. Методы обнаружения гетероскедастичности, тест Голдфелда-Квандта. Взвешенный и обобщённый методы наименьших квадратов. Автокорреляция: определение, причины и последствия автокорреляции. Критерий Дарбина-Уотсона проверки на автокорреляцию, тест ранговой корреляции Спирмена, Авторегрессионная схема первого порядка.

### **Тема 6. Временные ряды.**

Аддитивная и мультипликативная модели временного ряда. Циклическая, трендовая и случайная компоненты ряда. Задачи эконометрического исследования временных рядов. Автокорреляционная функция ряда и выявление структуры ряда. Аналитическое выравнивание методом скользящей средней. Способы сглаживания: простое и взвешенное среднее,

экспоненциальное сглаживание. Моделирование сезонных и циклических колебаний. Моделирование тенденции временного ряда, в том числе при наличии структурных изменений. Тесты Чоу и Тригга.

Явные модели Бокса-Дженкинса (ARIMA модели). Компоненты авторегрессии и скользящего среднего. Итеративная стратегия разработки модели: проверка стационарности ряда, выбор исходной модели, оценка параметров, анализ остатков.

#### **Тема 7. Системы эконометрических уравнений.**

Классификация систем эконометрических уравнений. Структурная и приведённая формы модели. Проблема идентификации. Идентифицируемые, неидентифицируемые, сверхидентифицируемые модели. Методы оценивания параметров структурной модели: косвенный МНК, двухшаговый МНК, трехшаговый МНК. метод максимального правдоподобия. Понятие о методе главных компонент, как средстве борьбы с мультиколлинеарностью данных. Примеры применения систем эконометрических уравнений: статическая модель Кейнса, динамическая модель Кейнса, динамическая модель макроэкономики Клейна

### **4.3. Темы практических занятий**

#### **I семестр**

**Практическое занятие 1. Методология эконометрического исследования.**

Объект и предмет эконометрики. Цели эконометрического исследования. Инструментарий эконометрического исследования. Количественные характеристики случайных величин: среднее значение (математическое ожидание), дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, ковариация, коэффициент корреляции.

**Практическое занятие 2. Однофакторная линейная регрессия. Графический метод построения**

Графический анализ данных. Корреляционный анализ данных. Алгоритм построения линии регрессии графическим методом. Расчет параметров модели. Оценка точности модели.

**Практическое занятие 3-4. Однофакторная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов**

Парная линейная регрессия. Оценка параметров модели методом наименьших квадратов (МНК): система нормальных уравнений. Интерпретация коэффициентов уравнения регрессии. Оценка адекватности модели: наличие связи между переменными, анализ дисперсии. Коэффициент детерминации  $R_2$ .

**Практическое занятие 5-6. Расчет оценок параметров линейной регрессии матричным методом.**

Свойства оценок коэффициентов регрессии: несмещенность, эффективность, состоятельность. Теорема Гаусса-Маркова. Оценки стандартных отклонений оценок параметров регрессии. Доверительные интервалы коэффициентов регрессии. Матричное представление оценок по МНК. Информационная технология Excel автоматизации реализации МНК.

**Практическое занятие 7. Верификация модели.**

Количественные меры оценки точности модели: точечные оценки,

интервальные оценки. Точечные оценки: среднее отклонение, среднее абсолютное отклонение (MAD), средняя процентная ошибка (MPE). Критерии точности модели.

### **Практическое занятие 8. Построение доверительных интервалов модели.**

Интервальные меры оценки точности модели. Доверительные интервалы коэффициентов регрессии. Определение ширины доверительного интервала модели. Информационная технология Excel автоматизации расчета доверительных интервалов. Построение графика доверительных интервалов.

### **Практическое занятие 9. Однофакторная нелинейная регрессия. Анализ данных**

Типы нелинейности в регрессионной зависимости: нелинейность по экзогенным переменным, нелинейность по параметрам. Графический анализ данных. Корреляционный анализ данных.

### **Практическое занятие 10-11. Нелинейные однофакторные модели, линейные относительно параметров.**

Нелинейность по экзогенным переменным. Нелинейные модели, линейные по параметрам. Полиномиальная регрессионная модель. Применение МНК к оценке параметров полиномиальной модели. Оценка точности модели.

### **Практическое занятие 12-13. Нелинейные однофакторные модели, допускающие линеаризацию**

Нелинейные модели, сводимые к линейному тренду. Экспоненциальная регрессионная модель. Алгоритм линеаризации модели. Применение МНК к оценке параметров экспоненциальной модели. Гиперболическая модель. Выбор типа кривой. Оценка точности модели.

### **Практическое занятие 14. Анализ нелинейной модели на адекватность.**

Смещённость оценок параметров, полученных МНК. Коэффициент детерминации для нелинейных моделей. Метод последовательных приближений нахождения оценок параметров.

## **II семестр**

### **Практическое занятие 15. Многофакторный корреляционный анализ.**

Множественная корреляция. Расчет коэффициентов парной корреляции. Информационная технология Excel автоматизации расчета парных коэффициентов корреляции. Корреляционная матрица. Оценка силы и направления корреляционной связи. Частные коэффициенты корреляции. Множественный коэффициент корреляции.

### **Практическое занятие 16. Метод МНК оценки параметров многофакторных регрессионных моделей.**

Многофакторная линейная регрессионная модель. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель. Статистические свойства МНК-оценок для множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок и матрицы ковариаций.

### **Практическое занятие 17-18. Построение линейной многофакторной регрессионной модели**

Парный и множественный корреляционный анализ. Множественный



регрессионный анализ. Коэффициент детерминации (множественной корреляции). Скорректированный коэффициент детерминации. Число степеней свободы модели. Проверка выполнения условий Гаусса-Маркова. Расчет оценок параметров многофакторной модели. Информационная технология Excel автоматизации реализации множественного регрессионного анализа.

**Практическое занятие 19. Анализ точности и адекватности линейной многофакторной регрессионной модели.**

Интервальные оценки коэффициентов множественной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях. Проверка общего качества оценки многофакторной линейной регрессии.

**Практическое занятие 20. Анализ значимости многофакторной регрессионной модели и оценок её параметров**

Теорема Гаусса-Маркова. Оценки стандартных отклонений оценок параметров регрессии. Доверительные интервалы коэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов модели по критерию Стьюдента. Оценка значимости совместного предельного вклада группы переменных с помощью F-теста. Зависимость между F- и t- статистиками. Скорректированный коэффициент детерминации  $R_2$ .

**Практическое занятие 21-22. Анализ ряда остатков модели**

Построение графика остатков. Статистический анализ ряда остатков. Автокорреляционный анализ ряда остатков. Гетероскедастичность: определение, причины и последствия гетероскедастичности. Методы обнаружения гетероскедастичности, тест Голдфельда-Квандта. Взвешенный и обобщённый методы наименьших квадратов. Автокорреляция: определение, причины и последствия автокорреляции. Критерий Дарбина-Уотсона проверки на автокорреляцию, тест ранговой корреляции Спирмена,

**Практическое занятие 23. Явление мультиколлинеарности факторов.**

Мультиколлинеарность факторов. Статистика, используемая для проверки факторов на мультиколлинеарность, Методы смягчения мультиколлинеарности. Оценка значимости совместного предельного вклада группы переменных с помощью F-теста. Зависимость между F- и t- статистиками. Скорректированный коэффициент детерминации  $R_2$ .

**Практическое занятие 24.**

Аддитивная и мультипликативная модели временного ряда. Циклическая, трендовая и случайная компоненты ряда. Задачи эконометрического исследования временных рядов.

**Практическое занятие 25. Мультипликативная модель временного ряда**

Аналитическое выравнивание методом скользящей средней. Способы сглаживания: простое и взвешенное среднее. Моделирование сезонных и циклических колебаний. Моделирование тенденции временного ряда.

**Практическое занятие 26. Модели временных рядов на основе экспоненциально взвешенного среднего**

Метод экспоненциально взвешенного среднего. Базовая модель. Тесты Чоу и Тригга. Модель Бокса-Дженкинса.

**Практическое занятие 27. Системы эконометрических уравнений**

Классификация систем эконометрических уравнений. Структурная и

приведённая формы модели. Построение структурной модели. Методы оценивания параметров структурной модели: косвенный МНК, двухшаговый МНК, трехшаговый МНК. метод максимального правдоподобия.

#### **Практическое занятие 28. Решение системы независимых одновременных уравнений**

Проверка идентифицируемости системы независимых одновременных уравнений. Построение эконометрической модели с помощью косвенного метода наименьших квадратов. Примеры применения систем эконометрических уравнений: статическая модель Кейнса, динамическая модель Кейнса, динамическая модель макроэкономики Клейна

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Тема	Содержание заданий, выносимых на СРС	Кол-во часов ОФО	Кол-во часов ЗФО	Учебно-методическое обеспечение
1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования	2	8	учебно-методическое пособие
2	Однофакторная линейная регрессия	10	30	учебно-методическое пособие
3	Однофакторная нелинейная регрессия	18	30	учебно-методическое пособие
4	Множественная линейная регрессия	18	40	учебно-методическое пособие
5	Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова	16	22	учебно-методическое пособие
6	Временные ряды	16	24	учебно-методическое пособие
7	Системы эконометрических уравнений	18	30	учебно-методическое пособие

#### **5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

##### **6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

##### **Компетенция ОК-3**

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности

##### **Этапы формирования компетенции**

Знает	Умеет	Владеет
основы экономических знаний в различных сферах деятельности; 6.2.3 (1-10)	использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; 6.2.2 (1-10)	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; 6.2.3 (20-45)

##### **Показатели и критерии оценивания компетенции на различных этапах ее формирования, шкала оценивания**

Знает, если выполнил 6.2.3 (1-10)

Умеет, если выполнил 6.2.2 (1-10)  
Владеет, если выполнил 6.2.3 (20-45)

### Компетенция ОПК-3

способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы

#### Этапы формирования компетенции

Знает	Умеет	Владеет
инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, 6.2.1 (1-5)	выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы 6.2.4 (1-15)	способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы выполнил 6.2.4 (1-30)

#### Показатели и критерии оценивания компетенции на различных этапах ее формирования, шкала оценивания

Знает, если выполнил 6.2.1 (1-5)  
Умеет, если выполнил 6.2.4 (1-15)  
Владеет, если выполнил 6.2.4 (1-30)

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Контрольные и индивидуальные работы, тестирование оцениваются по пятибалльной системе. Зачеты оцениваются по системе: зачтено и не зачтено.

### 6.2.1. Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи эконометрики
2. Сходство и различие математической и эконометрической модели
3. Этапы эконометрического исследования.
4. Виды переменных, типы данных в эконометрике
5. Условное распределение. Условное математическое ожидание
6. Статистические распределения и таблицы, их необходимость и использование
7. Статистические характеристики факторов
8. Точечные и интервальные оценки
9. Прямая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода
10. Статистический критерий. Уровень значимости
11. Проверка статистических гипотез с помощью таблиц распределений
12. Проверка гипотез с помощью точных значений уровня значимости ( $p$ -значений)
13. Этапы корреляционного анализа данных
14. Критерии силы и направления корреляционной связи
15. Модель парной регрессии. Графический метод построения.
16. Геометрическая интерпретация модели парной регрессии.

- 17.Метод наименьших квадратов для оценивания параметров линейной регрессии.
- 18.Парная линейная регрессия. Основные гипотезы (предпосылки) МНК.+
- 19.Теорема Гаусса-Маркова
- 20.Матричный метод расчета оценок параметров линейной регрессии
- 21.Интерпретация параметров однофакторной линейной регрессии. Коэффициент эластичности.
- 22.Экономический смысл параметров однофакторной линейной регрессии
- 23.Правило разложения дисперсии. Коэффициент детерминации.
- 24.Статистическая значимость регрессии. Критерий Фишера.
- 25.Прогнозирование по регрессионной модели, его точность.
- 26.Нелинейная регрессия, подбор линии тренда.
- 27.Виды нелинейной регрессии. Степенная функция, её свойства.
- 28.Нелинейные модели регрессии и их линеаризация
- 29.Выбор формы модели.
- 30.Оценка качества регрессионной модели, её этапы.
- 31.Проверка статистической значимости коэффициентов регрессии. Критерий Стьюдента
- 32.Доверительные интервалы оценок параметров регрессии
- 33.Проверка выполнения предпосылок МНК. Графический способ.
- 34.Нарушение гипотезы гомоскедастичности. ОМНК.

### 6.2.2. Вопросы к экзамену

1. Объект и предмет эконометрики
2. Сходство и различие математической и эконометрической модели
3. Этапы эконометрического исследования.
4. Виды переменных, типы данных в эконометрике
5. Точечные и интервальные оценки
6. Прямая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода
7. Статистический критерий. Уровень значимости
8. Односторонние и двухсторонние критерии, их связь
9. Проверка статистических гипотез с помощью таблиц распределений
- 10.Проверка гипотез с помощью точных значений уровня значимости ( $p$ -значений)
- 11.Метод наименьших квадратов для оценивания параметров линейной регрессии.
- 12.Парная линейная регрессия. Основные гипотезы (предпосылки) МНК.
- 13.Правило разложения дисперсии. Коэффициент детерминации.
- 14.Статистическая значимость регрессии. Критерий Фишера.
- 15.Прогнозирование по регрессионной модели, его точность.
- 16.Нелинейная регрессия, интерпретация параметров, оценка качества.
- 17.Виды нелинейной регрессии. Степенная функция, её свойства.
- 18.Множественная регрессия. Спецификация модели. Число степеней свободы.
- 19.Интерпретация коэффициентов множественной линейной регрессии. Коэффициенты эластичности, их применение.
- 20.Построение регрессии в стандартизованных переменных Бета-коэффициенты, их применение.

21. Отбор факторов множественной регрессии. Частная корреляция.
22. Коллинеарность и мультиколлинеарность: сущность, признаки, последствия, методы устранения.
23. Выбор формы модели. Частный F-критерий.
24. Фиктивные переменные во множественной регрессии.
25. Оценка качества регрессионной модели, её этапы.
26. Проверка статистической значимости коэффициентов регрессии. Критерий Стьюдента
27. Доверительные интервалы оценок параметров
28. Множественный коэффициент (индекс) детерминации, его свойства. Индекс корреляции.
29. Скорректированный индекс детерминации.
30. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Критерий Фишера
31. Проверка выполнения предпосылок МНК. Графический способ.
32. Нарушение гипотезы гомоскедастичности. ОМНК.
33. Системы эконометрических уравнений. Способы построения.
34. Структурная и приведенная формы модели.
35. Системы одновременных уравнений. Проблема идентификации.
36. Проверка идентифицируемости структурных уравнений. Необходимое и достаточное условия.
37. Методы оценивания параметров структурной модели. КМНК, ДМНК.
38. Временной ряд, его структура. Задачи оценивания.
39. Классификация временных рядов по критерию типа тенденции
40. Классификация временных рядов по критерию типа данных
41. Свойства временного ряда
42. Автокорреляционная функция, коррелограмма.
43. Определение структуры временного ряда с помощью коррелограммы.
44. Моделирование тенденции временного ряда.
45. Использование метода скользящего среднего для выявления тренда
46. Использование метода экспоненциально взвешенного среднего для выявления тренда
47. Метод Чоу
48. Метод сигнала Тригга
49. Модель Бокса-Дженкинса
50. Моделирование сезонных колебаний. Аддитивная модель
51. Моделирование сезонных колебаний. Мультипликативная модель
52. Моделирование случайной компоненты временного ряда.
53. Модель множественной регрессии с гетероскедастичностью. Метод взвешенных наименьших квадратов. Тесты Уайта и Голдфелда-Квандта.
54. Автокорреляция. Оценивание моделей с автокорреляцией. Процедуры Кохрейна-Оркатта и Хилдрета-Лу. Тесты Дарбина-Уотсона и Бреуша-Годфри.
55. Инструментальные переменные. Двухшаговый МНК.
56. Системы одновременных уравнений. Эндогенные и экзогенные переменные. Структурная и приведенная формы модели. Косвенный МНК.

57. Проблема идентификации. Необходимое и достаточное условие идентификации. Ранговое и порядковое условия.
58. Оценивание систем одновременных уравнений. Двухшаговый МНК.
59. Стационарность в широком смысле. Примеры временных рядов: белый шум, авторегрессионный процесс первого порядка, случайное блуждание.
60. Строгая стационарность временного ряда. Приведение временного ряда к стационарному.

### 6.2.3. Варианты контрольных работ

#### Типовой вариант

- 1) Имеются условные данные о средних расходах на конечное потребление ( $y_t$ , денежных единиц).

$X$	2	2	3	1	1	5	7	8
$Y$	7	8	7	6	12	13	14	16

- Методами корреляционного анализа обоснуйте возможность построения линейной регрессионной модели и отберите факторы для включения в модель регрессии. Обоснуйте выводы:
    - Можно ли на уровне ошибки 0,05 утверждать, что результативный фактор  $y$  связан линейной связью с каждым из объясняющих факторов?
    - Насколько тесно связаны между собой объясняющие факторы и как это может повлиять на качество модели?
  - Получите уравнение модели регрессии.
  - Выполните оценку свойств модели:
    - общее качество модели;
    - значимость коэффициентов модели.
 Выводы сделать на уровне значимости 0,05.
  - Если в модели есть незначимые коэффициенты, исключите из модели эти факторы, получите новое уравнение регрессии и повторите для него пункт 3.
  - Определите коэффициенты эластичности. Дайте экономическую интерпретацию коэффициентов модели регрессии и коэффициентов эластичности.
  - Определите доверительные границы для параметров регрессии с доверительной вероятностью 0,95. Поясните экономический смысл найденных характеристик.
  - Выполните проверку свойства остатков (нормальность распределения).
  - Сделайте вывод о прогнозных свойствах модели. Если прогнозны свойства модели достаточно высоки, примените ее для прогноза. Значения независимых факторов для прогноза задайте самостоятельно. Дайте точечный прогноз и интервальный прогноз с доверительной вероятностью 0,95.
- 2) Имеются данные по 20 с/х районам области о зависимости урожайности зерновых

культур от переменных, характеризующих факторы с/х производства:

№	Номер района
Y	Урожайность зерновых культур, ц/га
X1	Число тракторов (приведенной мощности) на 100 га
X2	Число зерноуборочных комбайнов на 100 га
X3	Количество удобрений, расходуемых на гектар, т/га
X4	Количество химических средств защиты растений, ц/га

№	Y	X1	X2	X3	X4
1	9.7	1.59	0.26	0.32	0.14
2	8.4	0.34	0.28	0.59	0.66
3	9	2.53	0.31	0.3	0.31
4	9.9	4.63	0.4	0.43	0.59
5	9.6	2.16	0.26	0.39	0.16
6	8.6	2.16	0.3	0.32	0.17
7	12.5	0.68	0.29	0.42	0.23
8	7.6	0.35	0.26	0.21	0.08
9	6.9	0.52	0.24	0.2	0.08
10	13.5	3.42	0.31	1.37	0.73
11	9.7	1.78	0.3	0.73	0.17
12	10.7	2.4	0.32	0.25	0.14
13	12.1	9.36	0.4	0.39	0.38
14	9.7	1.72	0.28	0.82	0.17
15	7	0.59	0.29	0.13	0.35
16	7.2	0.28	0.26	0.09	0.15
17	8.2	1.64	0.29	0.2	0.08
18	8.4	0.09	0.22	0.43	0.2
19	13.1	0.08	0.25	0.73	0.2
20	8.7	1.36	0.26	0.99	0.42

#### Задание (план работы)

1. Постройте матрицу парных коэффициентов корреляции. Найдите частные коэффициенты корреляции, сделайте выводы.
2. Установите, какие факторы коллинеарны. Проверьте наличие мультиколлинеарности.
3. Если имеется мультиколлинеарность, произведите анализ «подозрительных» факторов для выявления тех, которые подлежат удалению из модели (с помощью сравнения  $R^2$ ).
4. Постройте уравнение множественной линейной регрессии с полным набором факторов. Оцените его статистическую значимость (в целом и по факторам).
5. Постройте уравнение в стандартизированной форме. Сравните между собой полученные бета-коэффициенты. Сделайте выводы.
6. Отберите информативные (существенные) факторы по пп.1-5. Постройте уравнение регрессии со статистически значимыми факторами.
7. Если необходимо, введите новые фиктивные переменные. Дайте интерпретацию коэффициентов при бинарных переменных.
8. Постройте окончательный вариант регрессионной модели на основе предыдущего анализа и отбора факторов. Дайте интерпретацию коэффициентов «чистой» регрессии.
9. Постройте график остатков. Проверьте выполнение предпосылок МНК (основных гипотез) графическим способом.

10. Рассчитайте прогнозное значение результата, если прогнозные значения факторов составляют 80 % от их максимальных значений.

Сравните полученное значение с 80 %-м уровнем фактического максимального значения результативного признака. Сделайте выводы.

11. Оцените величину относительной ошибки аппроксимации.

#### 6.2.4. Тестовые задания

##### 1. Использование в эконометрическом моделировании парной регрессии вместо множественной является ошибкой ...

*Варианты ответов:*

- 1) выборки;
- 2) измерения;
- 3) линеаризации;
- 4) спецификации.

##### 2. Если предпосылки метода наименьших квадратов нарушены, то ...

*Варианты ответов:*

1) оценки параметров могут не обладать свойствами эффективности, состоятельности и несмещенности;

2) коэффициент регрессии является несущественным;

3) коэффициент корреляции является несущественным;

4) полученное уравнение статистически незначимо.

##### 3. Линейные регрессионные модели, остатки которых не сохраняют постоянного уровня величины дисперсии при переходе от одного наблюдения к другому, называют моделями с:

*Варианты ответов:*

1) гомоскедастичными остатками;

2) клонированными остатками;

3) гетероскедастичными остатками;

4) перпендикулярными остатками.

##### 4. Использование полинома второго порядка в качестве регрессионной зависимости для однофакторной модели обусловлено ...

*Варианты ответов:*

1) наличием случайных колебаний;

2) неоднородностью выборки;

3) отсутствием тенденции;

4) изменением направления связи результирующего и факторного признаков.

##### 5. Отбор факторов в эконометрическую модель множественной регрессии может быть осуществлен на основе ...

*Варианты ответов:*

1) сравнения коэффициентов «чистой» регрессии;

2) матрицы парных коэффициентов корреляции;

3) частных корреляций;

4) мультиколлинеарности.

##### 6. Примерами фиктивных переменных могут служить ...



*Варианты ответов:*

- 1) пол;
- 2) образование;
- 3) доход;
- 4) возраст.

**7. Временной ряд является нестационарным, если:**

*Варианты ответов:*

- 1) среднее значение его членов постоянно;
- 2) его случайная составляющая зависит от времени;
- 3) его члены не зависят от времени;
- 4) его неслучайная составляющая зависит от времени.

**8. Теснота статистической связи между показателем и объясняющими факторами определяется ...**

*Варианты ответов:*

- 1) коэффициентом корреляции;
- 2) коэффициентом детерминации;
- 3) средним уровнем показателя;
- 4) моментом связи.

**9. Если регрессионные остатки в эконометрической модели статически взаимозависимы, то ее называют моделью с:**

*Варианты ответов:*

- 1) параллельными остатками;
- 2) автокоррелированными остатками;
- 3) гомоскедастичными остатками;
- 4) картезианскими остатками.

**10. Линеаризация нелинейной модели регрессии может быть достигнута**

*Варианты ответов:*

- 1) отбрасыванием нелинейных переменных;
- 2) перекрестной суперпозицией переменных;
- 3) преобразованием анализируемых переменных;
- 4) сглаживанием переменных.

**11. Для эконометрической модели  $y=f(x(1), x(2), \dots, x(p))$  параметр при регрессоре  $x(2)$  оказался незначимым, следовательно, гипотеза о нулевом значении оценки ...**

*Варианты ответов:*

- 1) этого параметра подтвердилась;
- 2) этого параметра не подтвердилась;
- 3) других параметров подтвердилась;
- 4) других параметров не подтвердилась.

**12. Временной ряд называется стационарным, если**

- 1) среднее значение членов ряда постоянно;
- 2) члены ряда образуют арифметическую прогрессию;
- 3) члены ряда образуют геометрическую прогрессию;
- 4) среднее значение членов ряда постоянно растет.

**13. Вектор коэффициентов линейной регрессии можно определить**

**матричным способом, если::**

- 1) ранг матрицы  $X$  равен числу столбцов;
- 2) для матрицы  $X$  существует обратная матрица;
- 3) для матрицы  $X$  существует транспонированная матрица;

**14. Внешние по отношению к рассматриваемой экономической модели переменные называются:**

- 1) эндогенные;
- 2) экзогенные;
- 3) лаговые;
- 4) интерактивные.

**15. Метод наименьших квадратов может применяться в случае**

- 1) только парной регрессии;
- 2) только множественной регрессии;
- 3) нелинейной и линейной множественной регрессии;
- 4) коллинеарной регрессии.

**16. Коэффициент парной корреляции принимает значения из интервала:**

- 1)  $[0,1]$ ;
- 2)  $[1,+\infty]$ ;
- 3)  $[-1,0]$ ;
- 4)  $[-1,1]$

**17. Коэффициент детерминации принимает значения из интервала:**

- 1)  $[0,1]$ ;
- 2)  $[1,+\infty]$ ;
- 3)  $[-1,0]$ ;
- 4)  $[-1,1]$

**18. Сила связи между факторами определяется:**

- 1) знаком коэффициента корреляции;
- 2) значением коэффициента корреляции;
- 3) модулем значения коэффициента корреляции;
- 4) количеством факторов в модели

**19. Направление связи между факторами определяется:**

- 1) знаком коэффициента корреляции;
- 2) значением коэффициента корреляции;
- 3) модулем значения коэффициента корреляции;
- 4) количеством факторов в модели

**20. Линия регрессии показателя на влияющий фактор всегда проходит через точку с координатами:**

- 1)  $(0;0)$ ;
- 2)  $(1;0)$ ;
- 3)  $(X_{cp}; Y_{cp})$ ;
- 4) все ответы верны.

**21. Коэффициент парной корреляции, равный  $-0,9$ , соответствует:**

- 1) Тесной отрицательной линейной связи между двумя признаками
- 2) Отсутствию линейной связи между признаками

3) Такого значения не может быть

**22. Коэффициент парной корреляции, близкий к 0, соответствует:**

- 1) Отсутствию статистической связи между двумя признаками
- 2) Отсутствию линейной связи между признаками
- 3) Такого значения не может быть
- 4) Прямой связи между признаками

**23. Квазилинейной называют функцию регрессии::**

- 1) Линейную по части независимых переменных
- 2) Линейную на части временного интервала
- 3) Нелинейную по независимым переменным, но линейную по коэффициентам регрессии
- 4) Допускающую линеаризацию путем логарифмирования

**24. Определенная закономерность в поведении отклонений от линии регрессии может быть следствием:**

- 1) Высокого качества уравнения регрессии
- 2) Неверно выбранной формой зависимости.
- 3) Наличием сезонности в рассматриваемом временном ряду
- 4) Наличием большого числа наблюдений

**25. Изучая зависимость  $y(x)$ , где  $x$ (рублей.) – уровень дохода,  $y$ (кг) – уровень потребления, получили уравнение регрессии  $\hat{y} = ax + b$ .**

**Коэффициент регрессии имеет размерность:**

- 1) рублей
- 2) кг.
- 3) кг/рубли
- 4) Коэффициент регрессии размерности не имеет.

**26. Показателем общего качества уравнения регрессии является:**

- 1) коэффициент аппроксимации;
- 2) коэффициент конкордации;
- 3) коэффициент регрессии
- 4) Коэффициент детерминации.

**27. Статистическую оценку называют несмещенной, если:**

- 1) среднее значение этой оценки по различным выборкам равно нулю;
- 2) коэффициент асимметрии равен нулю;
- 3) математическое ожидание этой оценки равно оцениваемому параметру.

**28. Случайной называют величину, которая:**

- 1) не подчиняется никакому закону распределения;
- 2) под воздействием случайных факторов может с определенными вероятностями принимать те или иные значения из некоторого множества;
- 3) случайным образом извлечена из генеральной совокупности.

**29. Случайная величина будет иметь нормальное распределение, если ее значения:**

- 1) представляют собой репрезентативную выборку;
- 2) формируются в нормальных условиях;

- 3) формируется под действием большого числа независимых факторов, вклад каждого из которых в значение случайной величины мал.

**30. Тест Чоу используется для проверки:**

- 1) регрессионной однородности;
- 2) гомоскедастичности;
- 3) нормального закона распределения;
- 4) отсутствия автокорреляции.

**Ключ к тесту:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	1	3	4	2,3	1,2	4	2	2	3	1	1	1	2	3	4	1	2	1	3

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	2,3	3	4	3	2	3	1

**6.2.5. Темы рефератов**

1. Одномерное нормальное распределение и связанные с ним хи-квадрат распределение, распределения Стьюдента и Снедекора-Фишера, их основные свойства.

2. Статистическое оценивание. Точечные оценки. Линейность, несмещенность, эффективность и состоятельность оценок. Принцип максимального правдоподобия.

3. Статистические выводы и проверка статистических гипотез. Ошибки 1-го и 2-го рода. Уровень доверия и проверка значимости. Интервальные оценки, доверительный интервал. Критерии Неймана-Пирсона, Найквиста-Михайлова, Колмогорова-Смирнова.

4. Разложение суммы квадратов отклонений. Дисперсионный анализ. Степень соответствия линии регрессии имеющимся данным. Коэффициент детерминации и его свойства.

5. Классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной. Статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия и ковариация) оценок параметров. Теорема Гаусса-Маркова.

6. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и его следствия. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез о их значимости. Проверка адекватности регрессии. Прогнозирование по регрессионной модели и его точность.

7. Методология эконометрического исследования на примере линейной регрессии для случая одной объясняющей переменной. Особенности представления результатов регрессионного анализа в одном из основных программных пакетов (например в Excel).

8. Особенности регрессии, проходящей через начало координат (без свободного члена). Влияние изменения масштаба измерения переменных на коэффициенты регрессии.

9. Принцип максимального правдоподобия. Сравнение оценок МНК и метода максимального правдоподобия при нормальном распределении ошибок в классической линейной регрессии.

10. Множественная линейная регрессия. Матричная запись эконометрической модели и оценок МНК. Коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы.

11. Многомерное нормальное распределение и его плотность распределения. Математическое ожидание и ковариационная матрица линейного преобразования многомерного нормально распределенного вектора. Распределение некоторых квадратичных форм от многомерного нормально распределенного вектора.

12. Проверка значимости коэффициентов и адекватности модели в множественной линейной регрессии. Построение доверительных интервалов и областей для коэффициентов регрессии. Прогнозирование в множественной линейной регрессии, вероятностные характеристики прогноза. •

13. Функциональные преобразования переменных в линейной регрессионной модели. Лог-линейная регрессия, как модель с постоянной эластичностью. Модель с постоянными темпами роста (полу-логарифмическая модель). Функциональные преобразования при построении кривых Филлипса и Энгеля. Полиномиальная регрессия.

14. Фиктивные (dummy) переменные в множественной линейной регрессии. Проверка структурных изменений и сравнение двух регрессий с помощью фиктивных переменных. Анализ сезонности. Динамизация коэффициентов линейной регрессии.

15. Проверка общей линейной гипотезы о коэффициентах множественной линейной регрессии. Регрессия с ограничениями на параметры.

16. Понятие об автокорреляции остатков. Экономические причины автокорреляции остатков. Тест серий. Статистика Дарбина-Уотсона. Обобщенный метод наименьших квадратов для оценки регрессии при наличии автокорреляции. Процедура Кокрена-Оркутта. Двух-шаговая процедура Дарбина.

17. Регрессионные динамические модели. Авторегрессия и модель с распределенными лагами. Схема Койека. Адаптивные ожидания.

18. Гетероскедастичность и экономические причины ее наличия. Последствия гетероскедастичности для оценок МНК. Признаки присутствия гетероскедастичности. Тесты Бройша-Пагана, Голфелда-Квандта, Парка, Глейзера, ранговая корреляция по Спирмену.

19. Взвешенный метод наименьших квадратов. Выбор "наилучшей" модели. Ошибка спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные.

20. Мультиколлинеарность данные и последствия этого для оценок параметров регрессионной модели. Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимультиколлинеарность). Показатели степени мультиколлинеарности. Вспомогательные регрессии. Методы борьбы с мультиколлинеарностью

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *а) основная учебная литература:*

1. Кремер Н.Ш. Эконометрика [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. – 3-е изд. – Электрон. текстовые данные. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 328 с. – 978-5-238-01720-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71071.html>
2. Яковлева А.В. Эконометрика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Яковлева. – 2-е изд. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Научная книга, 2019. – 223 с. – 978-5-9758-1820-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81090.html>
3. Ивченко Ю.С. Эконометрика [Электронный ресурс] : курс лекций / Ю.С. Ивченко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 121 с. — 978-5-4487-0186-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73609.html>

### *б) дополнительная учебная литература:*

1. Ивченко, Ю.С. Эконометрика в MS EXCEL : лабораторный практикум / Ю. С. Ивченко. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 94 с. — ISBN 978-5-4486-0109-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70785.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Колемаев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. А. Колемаев, В. Н. Калинина ; под редакцией В. А. Колемаев. — 2-е изд. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 352 с. — ISBN 5-238-00560-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71075.htm>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю: <https://crimea.gks.ru/>
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики: [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

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

При проведении лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работе студентов применяются интерактивные формы проведения занятий с целью погружения студентов в реальную атмосферу профессионального сотрудничества по разрешению проблем, оптимальной выработки навыков и качеств будущего специалиста. Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют

ситуацию.

В учебном процессе используются интерактивные формы занятий:

1. Творческое задание. Выполнение творческих заданий требуют от студента воспроизведение полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем, и требующей творческого подхода.

2. Групповое обсуждение. Групповое обсуждение кого-либо вопроса направлено на достижение лучшего взаимопонимания и способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе лекционных и практических занятий используется следующее программное обеспечение:

- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (например, «Google chrome»);

- программы, демонстрации видео материалов (например, проигрыватель «Windows Media Player»);

- программы для демонстрации и создания презентаций (например, «Microsoft PowerPoint»).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для преподавания дисциплины не требуются специальных материально-технических средств (лабораторного оборудования, компьютерных классов и т.п.). Однако во время лекционных занятий, которые проводятся в большой аудитории, использовать проектор для демонстрации слайдов, схем, таблиц и прочего материала.