

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
*информационных технологий и
математических методов в экономике*



И.Н. Щепина
24.05.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.12 Эконометрическое моделирование

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 38.04.01 Экономика
- 2. Профиль подготовки:** Количественный анализ финансовых рынков; Учет, анализ и аудит; Экономика организаций и рынков, Бизнес в развивающихся рынках
- 3. Квалификация выпускника:** магистратура
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра информационных технологий и математических методов в экономике
- 6. Составители программы:** Коротких В. В., канд. экон. наук, доцент
- 7. Рекомендована:** НМС экономического факультета, 15.04.21 протокол №4
- 8. Учебный год:** 2021/2022 **Семестр:** 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся устойчивых знаний и навыков по применению эконометрических методов к решению теоретических и практических задач, к исследованию прикладных вопросов экономической теории.

Задачи учебной дисциплины:

- овладение основными методами параметрической идентификации регрессионных уравнений для целей решения задач в профессиональной деятельности;
- приобретение навыков интерпретации результатов параметрической идентификации регрессионных уравнений;
- освоение методов извлечения и предобработки сырых данных, а также методов визуализации статистической информации в основных статистических пакетах;
- овладение основными библиотеками языка R, используемыми для целей решения задач в профессиональной деятельности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1, обязательная часть.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам:

обучающийся должен знать:

- закономерности функционирования экономики на макро- и микроуровне;
- теоретические основы построения статистических моделей экономики;

обучающийся должен уметь:

- проводить расчеты, строить графики функций;

обучающийся должен иметь навыки:

- методикой и методологией проведения научных исследований в профессиональной сфере.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен применять продвинутые инструментальные методы экономического анализа в прикладных и (или) фундаментальных исследованиях	ОПК-2.1	Осуществляет выбор инструментальных средств обработки экономических данных для решения аналитических задач в профессиональной деятельности	Знать основные типы эконометрических данных Уметь формулировать задачу в пригодном для эконометрического исследования виде Владеть навыками эконометрического исследования
ОПК-2	Способен применять продвинутые инструментальные методы экономического анализа в прикладных и (или) фундаментальных исследованиях	ОПК-2.2	Применяет методы построения аналитических моделей экономических явлений и процессов	Знать основные эконометрические модели и методы их параметрической идентификации Уметь находить данные, необходимые для проведения эконометрического исследования Владеть навыками оценки регрессионных моделей
ОПК-2	Способен применять продвинутые инструментальные методы	ОПК-2.3	Осуществляет расчеты, интерпретирует полученные результаты и	Знать основные эконометрические модели для перекрестных данных Уметь проверять статистические гипотезы

	экономического анализа в прикладных и (или) фундаментальных исследованиях		формулирует выводы для обоснования управленческих решений	Владеть навыками интерпретации основных результатов оценки моделей
ОПК-5	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач	ОПК-5.1	Выбирает и использует прикладное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знает особенности работы с прикладным программным обеспечением при решении практических задач Умеет визуализировать статистическую информацию в основных статистических пакетах Владеть навыками работы в основных статистических пакетах

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			2 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		54	54		
в том числе:	лекции	18	18		
	практические				
	лабораторные	36	36		
Самостоятельная работа		54	54		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой					
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования.	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования. Математическая и эконометрическая модель. Три типа экономических данных: временные ряды, перекрестные (cross-section) данные, панельные данные.	Эконометрическое моделирование – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.2	Алгебра и геометрия метода наименьших квадратов	Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных по МНК.	Эконометрическое моделирование – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871

1.3	Статистические свойства оценок коэффициентов	Множественная линейная регрессия в скалярной и матричной формах. Метод наименьших квадратов и его геометрическая интерпретация в многомерном случае. Система нормальных уравнений. Матричное выражение для вектора оценок коэффициентов регрессии. Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии. Теорема Гаусса-Маркова для множественной линейной регрессии. Показатели качества подгонки множественной регрессии. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.4	Исследование структурной устойчивости коэффициентов регрессии	Влияние изменения масштаба измерения переменных на оценки коэффициентов регрессии и их дисперсий. Регрессия в центрированных и нормированных переменных. Функциональные преобразования переменных в линейной регрессионной модели. Линейная в логарифмах регрессия, как модель с постоянной эластичностью. Модель с постоянными темпами роста (полулогарифмическая модель). Интерпретация оценок коэффициентов различных функциональных форм. Выбор между моделями. Тесты Бокса-Кокса, Бера и МакАлера, МакКиннона, Уайта и Дэвидсона.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.5	Мультиколлинеарность данных.	Мультиколлинеарность данных. Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимультиколлинеарность). Теоретические последствия мультиколлинеарности для оценок параметров регрессионной модели. Нестабильность оценок параметров регрессии и их дисперсий при малых изменениях исходных данных в случае мультиколлинеарности. Признаки наличия мультиколлинеарности.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.6	Гетероскедастичность.	Нарушение гипотезы о гомоскедастичности ошибок регрессии. Последствия гетероскедастичности для оценок коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов и проверки статистических гипотез. Тесты на выявление гетероскедастичности. Оценивание при наличии гетероскедастичности. Взвешенный метод наименьших квадратов.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.7	Метод максимального правдоподобия: суть и использование	Суть метода максимального правдоподобия. Метод максимального правдоподобия в непрерывном случае. Метод максимального правдоподобия и построение доверительных интервалов. Бинарные объясняемые переменные. Модель линейной вероятности. Логит и Пробит модели, их оценивание.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
1.8	Временные ряды и случайные процессы.	Понятие случайного процесса. Случайные процессы, стационарные в узком смысле и стационарные в широком смысле. Понятие об операторе запаздывания и его свойствах. Теорема Вольда Понятие решения разностного уравнения. Характеристическое уравнение и его корни. MA- и AR-процессы. Стационарность и обратимость и свойства корней соответствующего характеристического уравнения. ARMA-процесс. ACF и PACF. Стационарные и нестационарные временные ряды. Модель случайного блуждания. Кажущиеся тренды и регрессии в случае нестационарных переменных. TS- DS-процессы.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871

		Тест Дикки-Фуллера. Тест KPSS.	
1.9	Модели панельных данных.	Модели панельных данных. Модели сквозной регрессии. Модели с фиксированными эффектами. Модели со случайными эффектами.	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2. Лабораторные занятия			
2.1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования.	Основные понятия теории вероятностей. Случайные события и случайные величины. Характеристики распределений случайных величин (математическое ожидание, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Функции распределения и плотности распределения. Совместное распределение нескольких случайных величин. Условное распределение и его свойства. Условное математическое ожидание. Нормальное распределение и связанные с ним Хи-квадрат распределение, распределения Стьюдента и Снедекора-Фишера. Их основные свойства. Основные понятия математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Статистическое оценивание. Точечные оценки. Линейность, несмещенность, эффективность и состоятельность оценок. Свойства выборочных характеристик как точечных оценок. Интервальные оценки, доверительный интервал. Проверка статистических гипотез.	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.2	Алгебра и геометрия метода наименьших квадратов	Разложение суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой переменной от ее выборочного среднего. Дисперсионный анализ. Геометрическая интерпретация (теорема Пифагора). Степень соответствия линии регрессии имеющимся данным. Коэффициент детерминации и его свойства. Особенности регрессии без свободного члена. Неприменимость коэффициента детерминации для оценки качества подгонки регрессии при отсутствии свободного члена.	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.3	Статистические свойства оценок коэффициентов	Случай нормальной случайной составляющей. Проверка значимости коэффициентов и адекватности регрессии для множественной линейной регрессионной модели. Проверка адекватности регрессии. Формулировка и проверка общей линейной гипотезы о коэффициентах множественной регрессии.	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.4	Исследование структурной устойчивости коэффициентов регрессии	Типы ошибок спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные. Неправильная функциональная форма модели. Смещение в оценках коэффициентов, вызываемое невключением существенных переменных. Ухудшение точности оценок (увеличение оценок дисперсий) при включении в модель излишних переменных. Проверка гипотезы о группе излишних переменных. RESET тест Рамсея (Ramsey's RESET test) для проверки гипотезы о существовании пропущенных переменных.	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.5	Мультиколлинеарность данных.	Показатели степени мультиколлинеарности. Вспомогательные регрессии и показатель "вздутия" дисперсии (VIF). Индекс обусловленности информационной матрицы (CI) как показатель степени мультиколлинеарности. Методы борьбы с	Эконометрическое моделирование - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871

		мультиколлинеарностью. Переспецификация модели (функциональные преобразования переменных). Методы пошагового включения и пошагового исключения переменных, их достоинства и недостатки. Метод главных компонент. Ridge (гребневые) и LASSO оценки коэффициентов регрессии.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.6	Гетероскедастичность.	Теорема Айткена. GLS-оценки. FGLS-оценки. Робастные стандартные ошибки оценок коэффициентов регрессии в форме Уайта (White).	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.7	Метод максимального правдоподобия: суть и использование	Интерпретация результатов оценивания моделей с бинарными зависимыми переменными. Показатели качества оценки моделей бинарного выбора.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.8	Временные ряды и случайные процессы.	Модели AR(p), MA(q), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q). Выбор оптимальных параметров модели, оценивание модели. Проверка автокорреляции случайной составляющей. Робастные стандартные ошибки в форме Ньюи-Веста (Newey-West).	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871
2.9	Модели панельных данных.	Тесты Бройша-Пагана и Хаусмана для выбора между моделями. Динамические модели панельных данных.	Эконометрическое моделирование . – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования.	2		4	6	12
2	Алгебра и геометрия метода наименьших квадратов	2		4	6	12
3	Статистические свойства оценок коэффициентов	2		4	6	12
4	Исследование структурной устойчивости коэффициентов регрессии	2		4	6	12
5	Мультиколлинеарность данных.	2		4	6	12
6	Гетероскедастичность.	2		4	6	12

7	Метод максимального правдоподобия: суть и использование	2		4	6	12
8	Временные ряды и случайные процессы.	2		4	6	12
9	Модели панельных данных.	2		4	6	12
	Итого:	18		36	54	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, лабораторные занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся.

В процессе лекций обучающимся рекомендуется вести конспект, что позволит впоследствии вспомнить изученный учебный материал, дополнить содержание при самостоятельной работе с литературой, подготовиться к текущей и промежуточной аттестации.

Следует также обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Любая лекция должна иметь логическое завершение, роль которого выполняет заключение. Выводы формулируются кратко и лаконично, их целесообразно записывать. В конце лекции обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям обучающемуся рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторных работ, обучающемуся необходимо ознакомиться с соответствующими разделами программы дисциплины по учебной литературе, рекомендованной программой курса; получить от преподавателя информацию о порядке выполнения лабораторной работы, критериях оценки результатов работы; получить от преподавателя конкретное задание и информацию о сроках выполнения, о требованиях к оформлению и форме представления результатов.

При выполнении лабораторной работы необходимо привести развёрнутые пояснения хода решения и проанализировать полученные результаты. При необходимости обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по трудностям, возникшим при решении задач.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося. При самостоятельной работе обучающийся взаимодействует с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя.

Вопросы, которые вызывают у обучающегося затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Грин, Уильям Г. Эконометрический анализ : учебник / Уильям Г. Грин ; пер. с англ. под науч. ред. С. С. Синельникова, М. Ю. Турунцевой ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. – Москва : Дело, 2016. – Книга 1. – 761 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563310
2	Грин, Уильям Г. Эконометрический анализ : учебник / Уильям Г. Грин ; пер. с англ. под науч. ред. С. С. Синельникова, М. Ю. Турунцевой ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. – Москва : Дело, 2016. – Книга 2. – 753 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563313

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Кремер, Н. Ш. Эконометрика : учебник / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко ; под ред. Н. Ш. Кремера. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити, 2017. – 328 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615865
4	Дэвидсон, Р. Теория и методы эконометрики=Econometric theory and methods : учебник : [16+] / Р. Дэвидсон, Д. Г. Мак-Киннон ; пер. с англ. под науч. ред. Е. И. Андреевой ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

	Федерации. – Москва : Дело, 2018. – 937 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577838
5	Невежин, В. П. Эконометрические исследования : учебное пособие : [16+] / В. П. Невежин ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : Прометей, 2020. – 539 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612081
6	Петрова, Л. В. Современные информационные технологии в экономике и управлении : учебное пособие / Л. В. Петрова, Е. Б. Румянцева ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 52 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459501

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
7	http://edu.vsu.ru/ – образовательный портал «Электронный университет ВГУ»/LMC Moodle
8	http://www.lib.vsu.ru
9	http://biblioclub.ru
10	http://www.e-library.ru
11	http://www.ibooks.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Кийко, П. В. Эконометрика. Продвинутый уровень: учебное пособие для магистрантов : [16+] / П. В. Кийко, Н. В. Щукина. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 61 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=279003
2	Садовникова, Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебно-методический комплекс / Н. А. Садовникова, Р. А. Шмойлова. – Москва : Евразийский открытый институт, 2011. – Выпуск 5. – 259 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90649

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в рамках электронного курса (ЭК) Эконометрическое моделирование, размещенного на портале «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1871>). ЭК включает учебные материалы для самостоятельной работы обучающихся, а также обеспечивает возможность проведения контактных часов/аудиторных занятий в режиме онлайн.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора; помещение для самостоятельной работы: специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети "Интернет"; программное обеспечение OS Ubuntu, Okular, Mozilla Firefox, LibreOffice, WPS Office, Microsoft Office, RStudio, Gretl.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Эконометрика в экономических исследованиях	ОПК-2	ОПК-2.1	Практическое задание
2	Мультиколлинеарность данных. Гетероскедастичность. Метод максимального правдоподобия: суть и использование Временные ряды и случайные процессы. Модели панельных данных.	ОПК-2	ОПК-2.2	Тестовые задания
3	Алгебра и геометрия метода наименьших квадратов. Статистические свойства оценок коэффициентов. Исследование структурной устойчивости коэффициентов регрессии.	ОПК-2	ОПК-2.3	Тестовые задания
4	Эконометрика в экономических исследованиях	ОПК-5	ОПК-5.1	Практическое задание
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов Практическое задание

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: тестовые задания, практические задания.

Перечень тестовых заданий.

- В уравнении регрессии, построенном для отклонения от средних $y - \bar{y}$, $x - \bar{x}$ свободный член:
 - меньше нуля;
 - равен нулю;
 - больше нуля.
- Почему нельзя оценить неизвестные элементы ковариационной матрицы Ω в обобщенной регрессии?
 - матрица Ω вырожденная;
 - число элементов в Ω больше числа наблюдений;
 - оценивание элементов Ω требует нелинейных методов.
- Почему нельзя построить регрессию на три переменные X_1 , X_2 и $X_3 = X_1 - 2X_2$?
 - модель не будет иметь содержательной интерпретации;
 - матрица системы нормальных уравнений будет вырожденной;

- МНК-оценки окажутся смещенными.
4. Можно ли построить регрессию на X_1 , X_2 , $X_3 = X_1X_2$ при условии, что $X_1 = 1 / X_2$?
- нельзя;
- можно;
- можно, если X_1 и X_2 разных знаков.
5. Если число независимых переменных модели m находится с числом наблюдений n в соотношении $m + 1 = n$, то:
- $r = 1$;
- $0 < r < 1$;
- $r = 0$.
6. Если число независимых переменных m находится с числом наблюдений n в соотношении $m + 1 = n$, то какие проблемы могут возникнуть при проверке значимости коэффициентов регрессии:
- все t -статистики равны нулю;
- нельзя вычислить ни одну t -статистику;
- нельзя проверить значимость свободного члена.
7. Почему не имеет смысла проверять адекватность регрессионной модели в случае, когда $m + 1 = n$ (n – число наблюдений, m – число независимых переменных модели)?
- полная дисперсия равна нулю;
- воспроизведенная дисперсия равна нулю;
- остаточная дисперсия равна нулю.
8. В каком из случаев воспроизведенная дисперсия может совпадать с полной дисперсией?
- $r = 1$;
- $0 < r < 1$;
- $r = 0$.
9. У какой модели остаточная дисперсия совпадает с полной?
- $y = b_0 + \varepsilon$;
- $y = b_0 + b_1x + \varepsilon$;
- $y = b_0 + b_1 / x + \varepsilon$.
10. В каком случае остаточная дисперсия равна полной?
- все коэффициенты регрессии, кроме b_0 , ненулевые;
- все коэффициенты регрессии, кроме b_0 , нулевые;
- все коэффициенты регрессии ненулевые.
11. Если с помощью МНК оцениваются коэффициенты модели $y = b_0 + \varepsilon$, то \hat{b}_0 равно:
- $\hat{b}_0 = \bar{y}$;
- $\hat{b}_0 = \bar{x}$;

$\hat{b}_0 = \overline{x, y}$.

12. Если оценивается модель $y - \bar{y} = b_0 + b_1(x - \bar{x}) + \varepsilon$, то:

$\hat{b}_0 = \bar{y}$;

$\hat{b}_0 = \bar{x}$;

$\hat{b}_0 = 0$.

13. Чему равна F-статистика в случае, если при построении регрессионной модели $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \varepsilon$ были получены следующие оценки: $\hat{b}_0 = 5$, $\hat{b}_1 = 0$, $\hat{b}_2 = 0$?

0;

1;

∞ .

14. В обобщенной регрессии ковариационная матрица остатков Ω :

произвольная;

положительно определенная;

отрицательно определенная.

15. Какое значение не может принимать F-статистика, если при построении модели регрессии $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \varepsilon$ были получены следующие оценки: $\hat{b}_0 = 0$, $\hat{b}_1 = 2$, $\hat{b}_2 = 1/2$?

0;

1;

∞ .

16. В каком случае модель считается адекватной?

$F_{расч} > F_{крит}$;

$F_{расч} < F_{крит}$;

значение коэффициента корреляции больше 0,8.

17. Сравнимы ли между собой линейная и нелинейная модели по коэффициенту корреляции?

нет;

да;

сравнимы, если коэффициент корреляции рассчитан после приведения нелинейной модели к линейной форме.

18. Правильно ли записаны границы возможных значений множественного коэффициента корреляции: $-1 \leq r \leq 1$.

да;

нет.

19. Нуль-гипотезой называется предположение о том, что две совокупности, рассматриваемые с точки зрения некоторого показателя, являются:

одинаковыми;

различными;

противоречивыми.

20. В чем состоит суть доступного обобщенного МНК?
- сначала получают оценку матрицы Ω , а затем эту оценку используют вместо Ω в расчетной формуле;
 - в расчетах используется произвольная невырожденная матрица Ω ;
 - матрица Ω заменяется диагональной матрицей.
21. В каких ситуациях обобщенный МНК сводится к взвешенному МНК с двухуровневой дисперсии:
- когда данные неоднородны по дисперсии, но их можно разделить на две группы однородных;
 - когда дисперсия случайной составляющей пропорциональна одному из двух факторов;
 - когда дисперсия случайной составляющей зависит от двух факторов.
22. Какой критерий рекомендуется использовать вместо статистики Дарбина – Уотсона в тех случаях, когда регрессионная зависимость содержит авторегрессионный член?
- h -статистика Дарбина;
 - критерий Бреуша – Голдфри;
 - критерий Кохрейна – Оркатта.
23. Если для оценивания параметра ρ использовать статистику Дарбина – Уотсона, то:
- $\hat{\rho} = 1 - d$;
 - $\hat{\rho} = 1 - d / 2$;
 - $\hat{\rho} = 1 - d / 4$.
24. Как следует понимать свойство эффективности МНК-оценок?
- оценка имеет наименьшую оценку среди любых оценок;
 - оценка имеет наименьшую оценку среди линейных оценок;
 - оценка имеет наименьшую оценку среди нелинейных оценок.
25. Чему равна F-статистика в случае, если при построении регрессионной модели $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \varepsilon$ были получены следующие оценки: $\hat{b}_0 = 5$, $\hat{b}_1 = 0$, $\hat{b}_2 = 0$?
- 0;
 - 1;
 - ∞ .

Описание технологии проведения

Обучающиеся выполняют тестовые задания, при необходимости дают развернутое пояснение хода решения задания.

Требования к выполнению тестовых заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучающихся при выполнении тестовых заданий используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено». Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся правильно ответил не менее чем на 70% вопросов.	Пороговый уровень	Зачтено

Перечень практических заданий

1. Реализуйте простейший вариант теста для проверки наличия гетероскедастичности. Напишите функцию `heterog_test`, которая получает на вход набор данных. В первом столбце содержится зависимая переменная, в остальных – независимые. Функция должна проводить параметрическую идентификацию линейной спецификации модели, используя эти переменные, а затем проверять, есть ли в данных гетероскедастичность. Для этого функция строит вспомогательную регрессию, в которой в качестве зависимой переменной выступают квадраты остатков исходной модели, а в качестве независимых переменных – предикторы из исходной модели. Функция должна возвращать значение коэффициента детерминации этой вспомогательной модели.

Пример работы функции в RStudio:

```
> heterog_test(mtcars)
[1] 0.4660497
```

2. Реализуйте расчет показателя VIF. Напишите функцию `VIF`, которая получает на вход набор данных. В первом столбце содержится зависимая переменная, в остальных – независимые. Функция должна проводить параметрическую идентификацию линейной спецификации модели, используя эти переменные, а затем для каждой независимой переменной рассчитывать показатель VIF. Функция возвращает именованный вектор, в котором для каждого предиктора рассчитан VIF.

Пример работы функции в RStudio:

```
> set.seed(42)
> test_data <- data.frame(y = rnorm(30, 5), x1 = rnorm(30, 5))
> test_data$x2 <- test_data$x1^2
> VIF(test_data)
      x1      x2
40.62718 40.62718
```

3. Напишите функцию `smart_model`, которая на вход получает набор данных. В первом столбце содержится зависимая переменная, в остальных – независимые. Функция строит регрессию с этими переменными и проверяет, есть ли в модели переменные с показателем VIF > 10. Если хотя бы у одной переменной VIF > 10, то из регрессионной модели удаляется переменная с максимальным показателем VIF, если после этого в новой модели все еще остались переменные с VIF > 10, то функция исключает из модели переменную с максимальным VIF. Таким образом, функция исключает по одной переменной за раз, пока в модели не останутся независимые переменные с VIF < 10. Когда в модели два предиктора, и для обоих VIF одинаковый и больше 10, в этом случае можно исключить любой из предикторов. Функция должна возвращать коэффициенты регрессии финальной модели.

Пример работы функции в RStudio:

```
> set.seed(42)
> test_data <- data.frame(y = rnorm(30, 5), x1 = rnorm(30, 5))
> test_data$x2 <- test_data$x1^2
> smart_model(test_data)
(Intercept)      x2
 5.75507454 -0.02761232
```

4. Напишите функцию `smart_test`, которая получает на вход dataframe с двумя номинативными переменными с произвольным числом градаций. Функция должна проверять гипотезу о независимости этих двух переменных при помощи критерия хи -

квадрат или точного критерия Фишера. Если хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности двух переменных меньше 5 наблюдений, функция должна рассчитывать точный критерий Фишера и возвращать вектор из одного элемента: получившегося p -уровня значимости. Если наблюдений достаточно для расчета хи-квадрат (во всех ячейках больше либо равно 5 наблюдений), тогда функция должна применять критерий хи-квадрат и возвращать вектор из трех элементов: значение хи-квадрат, число степеней свободы, p -уровня значимости.

Пример работы функции в RStudio:

```
# Достаточно наблюдений в таблице
> table(mtcars[,c("am", "vs")])
  vs
am  0  1
  0 12  7
  1  6  7
> smart_test(mtcars[,c("am", "vs")])
[1] 0.3475355 1.0000000 0.5555115

# Недостаточно наблюдений в таблице
> table(mtcars[1:20,c("am", "vs")])
  vs
am  0  1
  0  8  6
  1  2  4
> smart_test(mtcars[1:20,c("am", "vs")])
[1] 0.628483
```

5. Напишите функцию *smart_anova*, которая получает на вход dataframe с двумя переменными x и y . Переменная x – это количественная переменная, переменная y – фактор, разбивает наблюдения на три группы. Если распределения во всех группах значимо не отличаются от нормального, а дисперсии в группах гомогенны, функция должна сравнить три группы при помощи дисперсионного анализа и вернуть именованный вектор со значением p -value, имя элемента – "ANOVA". Если хотя бы в одной группе распределение значимо отличается от нормального или дисперсии негомогенны, функция сравнивает группы при помощи критерия Краскела–Уоллиса и возвращает именованный вектор со значением p -value, имя вектора – "KW". Распределение будем считать значимо отклонившимся от нормального, если в тесте `shapiro.test()` $p < 0.05$. Дисперсии будем считать не гомогенными, если в тесте `bartlett.test()` $p < 0.05$.

Пример работы функции в RStudio:

```
> test_data <- read.csv("https://clck.ru/YZTU8")
> str(test_data)
'data.frame': 30 obs. of 2 variables:
 $ x: num  1.08 0.07 -1.02 -0.45 0.81 -1.27 -0.75 1.47 -0.2 -1.48 ...
 $ y: Factor w/ 3 levels "A","B","C": 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
> smart_anova(test_data)
  ANOVA
0.265298
```

Описание технологии проведения

Обучающиеся выполняют практические задания в RStudio, при необходимости дают развернутое пояснение хода решения задания.

Требования к выполнению практических заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучающихся при выполнении тестовых заданий используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено». Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Решение, предоставленное обучающимся, выполняет поставленные перед ним задачи и корректно обрабатывает все частные случаи. Результаты выполнения функции совпадают с представленными в условии.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Решение, предоставленное обучающимся, не выполняет поставленные перед ним задачи.</i>	–	<i>Не зачтено</i>

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов; тестовые задания.

Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Метод наименьших квадратов.
2. Регрессия на константу. Парная регрессия.
3. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.
4. Геометрия регрессии на константу.
5. Геометрия множественной регрессии. Коэффициент детерминации.
6. Условная дисперсия и условное математическое ожидание.
7. Геометрическая иллюстрация условного математического ожидания.
8. Условная дисперсия МНК оценок.
9. Дисперсия оценок коэффициентов регрессии в общем виде.
10. Оценка ковариационной матрицы.
11. Построение доверительных интервалов и проверка гипотез.
12. Статистические свойства оценок коэффициентов.
13. Доверительный интервал для коэффициента бета.
14. Доверительный интервал для дисперсии.
15. Интерпретация стандартной таблички итогов.
16. Особенности проверки гипотез.
17. Проверка гипотезы о связи коэффициентов.
18. Прогнозирование и дамми-переменные.
19. Прогнозирование во множественной регрессии.
20. Интерпретация коэффициента при линеаризации.
21. Дамми-переменные.
22. Зависимости для подвыборок.
23. Проверка гипотезы о нескольких линейных ограничениях.
24. Лишние и пропущенные переменные. Тест Рамсея.
25. Простые показатели качества модели.
26. Ловушка дамми-переменных.
27. Информационные критерии.
28. Определение мультиколлинеарности.
29. Ридж и LASSO регрессия.
30. Метод главных компонент. Свойства главных компонент.
31. Гомоскедастичность.
32. Условная гетероскедастичность.
33. Безусловная гетероскедастичность.
34. Последствия гетероскедастичности для малых выборок.
35. Последствия гетероскедастичности: нормальность и большие выборки.
36. Тесты на гетероскедастичность.
37. Робастные стандартные ошибки и обнаружение гетероскедастичности.
38. Тест Уайта. Тест Голдфельда-Квандта.
39. Автокорреляция.
40. Свойства автокорреляции первого порядка.

41. Последствия автокорреляции.
42. Робастные стандартные ошибки и тест Дарбина-Уотсона.
43. Тест Бройша-Годфри.
44. Суть метода максимального правдоподобия.
45. Метод максимального правдоподобия в непрерывном случае.
46. Метод максимального правдоподобия и построение доверительных интервалов.
47. Проверка гипотез. LR тест.
48. Логит-модель: вид, оценивание и интерпретация.
49. Вероятность и отношение шансов.
50. Предельные эффекты и прогнозы.
51. Несуществование оценок логит-модели.
52. Оценивание коэффициентов и прогнозирование скрытой переменной. ROC кривая.

Перечень практических заданий представлен в разделе 20.1.

Промежуточная аттестация с применением ДОТ

1. Промежуточная аттестация с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) проводится в рамках электронного курса, размещенного в ЭИОС (образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (LMS Moodle, <https://edu.vsu.ru/>)).

2. Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с оценкой.

3. Обучающиеся, проходящие промежуточную аттестацию с применением ДОТ, должны располагать техническими средствами и программным обеспечением, позволяющим обеспечить процедуры аттестации. Обучающийся самостоятельно обеспечивает выполнение необходимых технических требований для проведения промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий.

4. Идентификация личности обучающегося при прохождении промежуточной аттестации обеспечивается посредством использования каждым обучающимся индивидуального логина и пароля при входе в личный кабинет, размещенный в ЭИОС ВГУ.

Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой информационных технологий
и математических методов в экономике основ управления



И.Н. Щепина

___. __. 20__ г.

Направление подготовки 38.04.01 Экономика
Дисциплина Б1.О.12 Эконометрическое моделирование
Курс 2
Форма обучения Очная
Вид аттестации Промежуточная
Вид контроля Зачет с оценкой

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.
2. Суть метода максимального правдоподобия.
3. Практическое задание. Реализуйте расчет показателя VIF. Напишите функцию *VIF*, которая получает на вход набор данных. В первом столбце содержится зависимая переменная, в остальных – независимые. Функция должна проводить параметрическую идентификацию линейной спецификации модели, используя эти переменные, а затем для каждой независимой переменной рассчитывать показатель VIF. Функция возвращает именованный вектор, в котором для каждого предиктора рассчитан VIF.

Пример работы функции в RStudio:

```
> set.seed(42)
> test_data <- data.frame(y = rnorm(30, 5), x1 = rnorm(30, 5))
> test_data$x2 <- test_data$x1^2
> VIF(test_data)
      x1      x2
40.62718 40.62718
```

Преподаватель _____ В. В. Коротких

Описание технологии проведения

Обучающемуся выдаётся КИМ, содержащий практическое задание и два теоретических вопроса. Обучающийся вначале излагает свой ответ на бланках документов для проведения аттестации, затем устно раскрывает теоретические вопросы и поясняет решение практического задания.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами эконометрики, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания для решения практических задач в области эконометрического моделирования социально-экономических процессов.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами эконометрики, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при ответе на вопросы.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся частично владеет понятийным аппаратом эконометрики, фрагментарно способен отвечать на вопросы, не умеет в полном объеме решать практические задачи, либо решает их с серьезными ошибками.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки либо не понимает содержания вопросов дисциплины.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>