

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Амурский государственный университет»

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОТРАСЛЕВЫХ
И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник учебно-методических указаний
по направлению подготовки 38.06.01 «Экономика»

Благовещенск 2017

Печатается по решению редакционно-издательского совета экономического факультета Амурского государственного университета

Самойлова, Е.А., составление

Эконометрические методы в отраслевых и региональных исследованиях [Электронный ресурс]: сборник учебно-методических указаний по направлению подготовки 38.06.01 «Экономика» /сост. Е.А. Самойлова. - 2017. – 83 с. – Электронная библиотека АмГУ

Учебно-методические указания предназначены для аспирантов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 38.06.01 «Экономика». Учебно-методические указания содержат рекомендации по планированию и организации времени для изучения дисциплины, подготовки к лабораторным работам и самостоятельной работе, изучению учебной литературы.

© Самойлова Е.А.,составление, 2017

© Амурский государственный университет, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины: формирование знаний, умений и навыков применения методов эконометрического моделирования для решения исследовательских задач в области региональной и отраслевой экономики, изучения количественных взаимосвязей экономических объектов и процессов для прогнозирования искомых, но недоступных для наблюдения количественных характеристик изучаемого объекта или процесса по известным значениям каких-то других количественных характеристик данного объекта или процесса.

Задачи дисциплины: - формирование и развитие навыков эконометрического моделирования, выбора методов и способов решения экономических задач на примере данных региональной и отраслевой экономики;

- приобретения навыков подготовки статистической информации, необходимой для проведения эконометрических исследований;

- освоение прикладных программ для обработки статистической информации и построения эконометрических моделей;

- приобретение теоретических знаний и формировании практических навыков в разработке эконометрических моделей объектов и процессов региональной экономики, достаточных для решения научно-исследовательских задач;

- освоение методов оценивания эконометрических моделей и их применения для прогнозирования социально-экономического развития региона, разработки экономической политики на региональном уровне;

- формирование умений и навыков оценки качества эконометрических моделей и их адекватности.

В результате освоения обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать современные эконометрические методы исследования и информационно-коммуникационные технологии для организации и успешного выполнения научно-исследовательской деятельности в области исследования проблем развития, прогнозирования и управления региональной экономикой;

методы эконометрических исследований, области их применения для комплексного решения задач в региональной экономике, источники информации и способы их сбора и обработки;

Уметь: осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области исследования проблем развития и управления региональной экономикой и использовать современные методы эконометрических исследований и информационно-коммуникационные технологии; на основе различных источников информации и методов эконометрики осуществлять обработку, анализ и систематизацию информации по выбранной теме научного исследования в области региональной экономики, обосновывать выбор методов и средств для комплексного решения задач в региональной экономике;

3) Владеть: навыками использования эконометрических методов для научного исследования и подготовки научно-квалификационной работы в области изучения проблем развития и управления региональной экономикой на основе применения современных эконометрических методов и информационно-коммуникационных технологий; основными эконометрическими методами, способами и средствами сбора, обработки, анализа, систематизации и обобщения информации по выбранной теме научного исследования в области региональной экономики.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Рекомендации по организации самостоятельной работы при подготовке к лекционным и лабораторным занятиям

В процессе изучения дисциплины аспирант обязан активно использовать все формы обучения: посещать лекции и лабораторные занятия, получать консультации преподавателя и выполнять все виды самостоятельной работы, предусмотренной учебным планом и рабочей программой дисциплины.

Процесс изучения дисциплины включает в себя работу под руководством преподавателя (лекции, лабораторные занятия, консультации преподавателя). Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них аспирант получает основной объем информации по каждой конкретной теме, раскрываются основные эконометрические модели и методы их оценивания. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных вопросов. Предполагается, что аспиранты приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой. Лабораторные занятия направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения прикладных эконометрических задач, разбор и обсуждение заданий. Для успешного выполнения лабораторной работы аспиранту следует тщательно подготовиться.

Лабораторные занятия предоставляют аспиранту возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения. Основной формой подготовки аспирантов к лабораторным занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными, опытом зарубежных и российских компаний по следующей схеме: повторение лекционного материала, углубленное изучение рекомендуемых источников. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю.

При изучении дисциплины «Эконометрические методы в отраслевых и региональных исследованиях» обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебников и рекомендуемых источников, разбор кейсов, решение задач лабораторной работы, ответы на вопросы для самоконтроля и другие задания.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспекту лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины раздела, ответить на вопросы для самоконтроля. Такой метод дает возможность самостоятельно проверить готовность к лабораторному занятию или зачету.

3. Особое внимание следует уделить решению задач, поскольку это способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Перед решением задач необходимо повторить методику расчета изучаемых показателей, формулы расчета, просмотреть примеры решения аналогичных задач.

4. Лабораторные занятия. Дают возможность непосредственно понять алгоритм применения теоретических знаний, излагаемых в учебниках и на лекциях. Поэтому аспирант должен активно участвовать в выполнении всех видов лабораторных работ и при обсуждении полученных результатов.

5. Следует иметь в виду, что все разделы и темы дисциплины «Эконометрические методы в отраслевых и региональных исследованиях» являются в равной мере важными и часто взаимосвязаны. Как и в любой другой науке, нельзя приступать к изучению последующих разделов, не усвоив предыдущих.

6. Для изучения дисциплины «Эконометрические методы в отраслевых и региональных исследованиях» необходимо использовать различные источники: учебники, учебные и учебно-методические пособия, монографии, сборники научных статей, публикаций, справочную литературу, раскрывающую категориально-понятийный аппарат, методы и приемы эконометрики, интернет-сайты

и тематические порталы, практические руководства по использованию программных продуктов в области эконометрики.

При самостоятельной работе с учебниками и учебными пособиями рекомендуется придерживаться определенной последовательности. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения, основные теории и концепции, понятия и классификации. После усвоения соответствующих понятий и закономерностей следует решить задачи или проанализировать примеры их практического применения на опыте зарубежных и российских предприятий, закрепляя тем самым проработанный теоретический материал.

1.2. Рекомендации по написанию конспектов лекций

Тема 1. Модели и методы эконометрики в региональных и отраслевых исследованиях. Задачи эконометрики в области региональных и отраслевых исследований, разработки экономических стратегий. Примеры основных эконометрических моделей. Типы данных и классы моделей. Классификация переменных в эконометрических моделях. Методы анализа и прогнозирования показателей социально-экономического развития региона. Подготовка исходных статистических данных для исследования региональной экономики. Экономический смысл коэффициентов в эконометрических моделях.

Тема 2. Модели линейной и множественной регрессии в региональных и отраслевых исследованиях. Определение регрессионной модели. Получение оценок методом наименьших квадратов (МНК). Модель множественной линейной регрессии, общая постановка задачи. Теорема Гаусса-Маркова для множественной регрессии. Регрессионные модели с переменной структурой и их применение в региональных исследованиях. Отбор множества объясняющих переменных. Использование фиктивных переменных в регрессионном анализе. Линейные модели регрессии со стохастическими регрессорами. Модель линейной регрессии с географически взвешенными коэффициентами. Системы регрессионных уравнений. Внешне не связанные уравнения (SUR). Системы одновременных уравнений. Структурная и урезанная форма. Порядковое и ранговое

условия. Оценка систем одновременных уравнений: косвенный МНК, двух шаговый МНК. Устойчивые к гетероскедастичности стандартные ошибки. Коррекция Уайта. Тестирование гетероскедастичности. Тест Бреуша-Пагана. Тест Уайта. Взвешенный МНК. Автокорреляция. Коррекция Ньюи-Веста. Тест Дарбина-Уотсона. Тест Бройша-Годфри.

Тема 3. Нелинейные модели регрессии и их применение в региональных и отраслевых исследованиях. Нелинейные модели и их примеры в региональных исследованиях. Нелинейные зависимости, поддающиеся непосредственной линеаризации. Причины нелинеаризуемости моделей. Классификация оценки параметров нелинейных моделей. Критерий оценки. Тестирование функциональной формы. Два класса нелинейных регрессий. Нелинейная регрессия по объясняющей переменной – полином 2-й степени. Кривая Филлипса. Характер кривой Филлипса. Кривая Энгеля и ее разновидности. Нелинейная регрессия по оцениваемым параметрам. Понятия о внутренне линейной и внутренне нелинейной модели по оцениваемым параметрам. Оценка существенности индекса корреляции. Назначение сравнения индекса детерминации и коэффициента детерминации.

Тема 4. Моделирование с лагированными переменными в региональных исследованиях. Модели с лагированными переменными. Модель распределенных лагов. Оценка модели распределенных лагов. Полиномиальные лаги (модель Алмона). Геометрические лаги (модель Койка). Авторегрессионные модели и модели с автокорреляцией. Оценка. Тест на автокорреляцию (тесты Дарбина и множителей Лагранжа). Примеры моделей с лагированными переменными (модели частичного выравнивания, адаптивных ожиданий, коррекции ошибок). Тест Гранжера на причинно-следственную зависимость. Тренды и сезонность в региональной и отраслевой экономике.

Тема 5. Стационарные временные ряды и методология эконометрического прогноза. Стационарные и нестационарные временных ряды и их применение для прогнозирования социально-экономических показателей региона. Стационарность. Случайное блуждание. AR(p) процесс. Единичные корни. Стати-

стика Дики-Фуллера. Мнимая регрессия. Коинтеграция. Подходы Энгеля и Гранжера. Статистика Маккикона. Коинтегрирующий вектор. Долгосрочное динамическое равновесие. Тренд, сезонность, взятие разностей. Тесты на стационарность. ACF и PACF. Уравнения Юла-Уолкера. MA модели. Обратимость. Подбор модели ARIMA. Прогнозирование, основанное на использовании моделей временных рядов. Адаптивные модели прогнозирования Брауна, Кольта, Уинтерса, Тейло-Вейджа, Бокса-Дженкинса для прогнозирования данных экономики региона. Оценка точности прогнозов. Ошибка прогноза.

Тема 6. Модели панельных данных и их применение в исследованиях отраслевой и региональной экономики. Панельные данные. Модель с фиксированными эффектами. Модель со случайными эффектами. Тест Хаусмана. Качество подгонки. Тестирование на наличие гетероскедастичности и автокорреляции. Метод оценивание разность в разностях.

Тема 7. Динамические модели панельных данных. Динамические линейные модели: авторегрессии панельных данных, модели с экзогенными переменными. Единичные корни и коинтеграция. Им-Песаран-Шин тест. Модели с ограниченными зависимыми переменными: модели бинарного выбора, логит-модель с фиксированными эффектами, пробит-модель со случайными эффектами, тобит-модели. Неполные панельные данные и смещение, обусловленное выборочной селективностью. Метод Аррелано-Бонда. Выбор инструментов.

На лекциях аспиранты получают самую необходимую информацию, во многом дополняющую учебники. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является неперенным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.

Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность аспиранта. На лекциях излагаются современные научные достижения в области эконометрических исследований, раскрывается внутренняя логика науки, дается методология, аспирант приобретает

теоретические знания и умения обобщать научные факты, навыки самостоятельного мышления.

Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим аспирантом. Аспирант не должен прибегать к механическому записыванию большого количества услышанных сведений, не размышляя над ними.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, а также базы электронных периодических изданий и электронные библиотеки.

Конспект позволяет понять структуру материала по теме, содержание методической базы, понять значимость подходов в исследовании проблем. В ходе конспектирования аспирант должен подчеркнуть значимые мнения и подходы, которые будут полезны для решения лабораторных работ. Перед составлением конспекта необходимо ознакомиться с имеющейся информацией по данному вопросу, проанализировать ее, составить план конспекта развернутого типа. Важное значение при конспектировании имеет сопоставление изучаемой информации, подчеркивание критического анализа мнений разных авторов, выделения научной проблематики и спорных вопросов. В процессе конспектирования следует стремиться к запоминанию материала.

Конспекты могут быть составлены в следующей форме:

план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором подробные положения и подходы приводятся по пунктам плана, по которым требуются пояснения;

текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника;

свободный конспект – это четко и кратко сформулированные основные положения в результате глубокого осмысливания материала, в котором материал излагается в форме выписок, цитат, тезисов;

тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает исчерпывающий ответ по изучаемому вопросу темы дисциплины.

1.3 Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Лабораторное занятие подразумевает проведение видов работ: решение расчетно-аналитических заданий, кейс-задач, обсуждение полученных результатов и проблемных вопросов. На лабораторном занятии идет проверка подготовки, уровня проникновения в содержание материала, обсуждение научных проблем.

Подготовка к лабораторному занятию включает в себя следующее:

обязательное ознакомление с планом занятия и заданиями лабораторной работы с целью изучения основных положений научной и учебной литературы;

изучение соответствующих разделов учебника, учебного пособия;

работа с основными терминами, теориями, концепциями, методиками;

изучение дополнительной литературы по теме занятия, делая при этом необходимые выписки, которые понадобятся при обсуждении;

формулирование своего мнения по каждому вопросу и аргументированное его обоснование;

запись возникших во время самостоятельной работы с учебниками и научной литературы вопросов, чтобы затем на занятии получить на них ответы; обращение за консультацией к преподавателю.

При подготовке к обсуждению вопросов и решению задач следует обратиться к рекомендованной литературе. Задание должно быть выполнено на лабораторном занятии полностью и все проблемные вопросы пройти обсуждение. Для полноценной подготовки к лабораторному занятию только учебника недостаточно, необходимо пользоваться дополнительной литературой, монографиями, учебными пособиями, научными публикациями, где излагаются проблемные вопросы и используются современные научные достижения теории и практики в области региональной и отраслевой экономики, эконометрики. В научных публикациях и монографиях поднимаются дискуссионные вопросы, рассматриваются глубоко и подробно с разных позиций, применяя широкий спектр современных теорий, концепций и методического инструментария. Для того, чтобы должным образом сориентироваться в сути задания, сначала следует ознакомиться с соответствующим текстом учебника иного источника – вне зависимости от того, предусмотрена ли лекция в дополнение к данному занятию или нет. Оценив задание, выбрав тот или иной сюжет, и подобрав соответствующую литературу, можно приступать собственно к подготовке к лабораторному занятию. Тщательная подготовка к лабораторным работам, как и к лекциям, имеет определяющее значение: лабораторное занятие пройдет так, как аспирант подготовился к его проведению. Готовясь к лабораторным занятиям, следует активно пользоваться справочной литературой: словарями, статистическими сборниками, интернет-ресурсами, где располагается важная аналитическая информация. Владение понятийным и методическим аппаратом изучаемого курса является необходимостью.

Результат работы на лабораторном занятии должен проявляться в способности обучаемого свободно владеть технологией и эконометрическими методами, ответить на теоретические вопросы, участие в обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном решении задач.

В зависимости от содержания лабораторное занятие состоит из следующих частей:

- 1) обсуждение вопросов, рассматриваемых на лекции, краткий обзор методов;
- 2) самостоятельное выполнение заданий лабораторной работы, решение кейс-задач (или обсуждение домашних заданий, полученных результатов);
- 3) разбор заданий и обсуждение выполненных заданий лабораторной работы;
- 4) подведение итогов занятия.

Самостоятельное изучение и анализ литературы позволяет активизировать процесс овладения информацией, способствует глубокому усвоению изучаемого материала, формирует отношение аспиранта к конкретной проблеме.

Записи, сделанные на лабораторном занятии, значительно облегчают подготовку к зачету и помогают воспользоваться знаниями в профессиональной деятельности. Подготовка к лабораторной работе не сводится только к поиску ответов на поставленные вопросы, каждая проблема должна быть осмыслена с точки зрения решения ее на практике. По каждому вопросу аспирант должен быть готов высказать и аргументировать собственную точку зрения. При подготовке к решению задач необходимо предварительно ознакомиться с условиями задания, собрать статистический и аналитический материал, необходимый для решения, вспомнить основные экономические законы, взаимосвязи между экономическими процессами и явлениями, теории и научные разработки в области региональной экономики, эконометрические модели и способы их оценивания, подобрать в литературе аналогичные задачи и при возможности рассмотреть их решение. При подготовке к каждому лабораторному занятию аспирант должен понимать, какие именно умения и навыки он должен приобрести в ходе выполнения заданий, а после окончания занятия оценить, получены ли они. Получение неудовлетворительной оценки или пропуск влекут за собой отработку во внеучебное время и в индивидуальном порядке до начала сессии.

1.4. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в процессе контактной и самостоятельной работы аспиранта

Лабораторная работа № 1 по теме «Модели и методы эконометрики в региональных и отраслевых исследованиях».

Задание 1. Проанализируйте учебную и научную литературу, выберите и систематизируйте разработанные эконометрические модели, которые находят прикладной аспект при изучении региональных и отраслевых явлений и процессов. Результаты анализа сгруппируйте. Какие классификационные признаки можно предложить для систематизации и группировки моделей? В чем заключаются проблемы использования эконометрических моделей на практике? Назовите современные информационно-коммуникационные средства для проведения комплексных исследований в региональной и отраслевой экономике.

Таблица 1

Примеры эконометрических моделей, используемых в отраслевых и региональных исследованиях

Источник	Математическое выражение модели	Что изучает? Где используется?
Нелинейная эконометрическая модель социально-экономического развития Иркутской области	$\begin{cases} VRP_t = P_t^{0,86} \cdot I_t^{0,07} \cdot GR_t^{0,11} \cdot \exp(0,18d_1), \\ P_t = Ex_{t-1}^{0,15} \cdot I_{t-3}^{0,093} \cdot I_{t-12}^{0,085} \cdot SM_t^{-0,24} \cdot \exp(-0,05 \cdot ID_t + 12,85), \\ Ex_t = VRRP_{t-1}^{0,14} \cdot SM_t^{0,31} \cdot \exp(-0,07 \cdot IPC_{t-1} + 12,85), \\ IPC_t = 41,66 + 0,6 \cdot IPCR_t - 0,06 \cdot D_t + 0,75 \cdot EG_t + 1,33d_2, \\ In_t = GR_t^{0,15} \cdot P_{t-1}^{0,86} \cdot \exp(-0,08 \cdot IPC_t + 0,14d_3). \end{cases}$	Прогнозирование социально-экономических процессов
А.Г. Гранберг (модель экономического роста региона)	$Y = 1,002 \cdot (0,6412 \cdot K^{-0,81} + 0,3588 \cdot L^{-0,81})^{-1/0,81};$ $R^2 = 0,9984; DW = 1,58$ <p style="text-align: center;">(линейно-однородная функция CES без учета технологического прогресса);</p> $Y = 0,966 \cdot (0,4074 \cdot K^{-3,03} + 0,5926 \cdot L^{-3,03})^{-1/3,03} e^{0,0252t};$ $R^2 = 0,9982; DW = 1,76$ <p style="text-align: center;">(линейно-однородная функция CES с учетом технологического прогресса).</p>	Прогнозирование социально-экономических процессов
Модель потребления Фридмана (модель адаптивных ожиданий)	$y_t = \beta \lambda x_t + (1 - \lambda) y_{t-1} + \varepsilon_t,$ $\varepsilon_t = [y_t^T - (1 - \lambda) y_{t-1}^T].$	Совершенствование экономической политики региона, корректировка стратегий
<i>(продолжите)</i>		

Лабораторная работа № 2 по теме «Модели линейной и множественной регрессии в региональных и отраслевых исследованиях»

Задание 1. Модели множественной регрессии. Важно задачей в региональной экономике выступает сглаживание экономического цикла с целью обеспечения необходимого уровня жизни населения, т.е. воздействие на среднесрочную динамику ВРП.

Таблица 2

Исходные данные для определения зависимости ВРП Амурской области от объясняющих факторов (цепные темпы прироста) за 2004-2017 гг.

Год	ВРП (Y), %	Потребительские расходы, C, %	Инвестиции в основной капитал, I, %	Расходы консолидированного бюджета Амурской области, G, %	Экспорт, Ex, %	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, W, %
2004						
2005						
2006						
...						
2017						

Требуется провести на основе статистических источников информации исследование, собрать и проанализировать информацию. Для этого необходимо:

1) На основе современных эконометрических методов исследования и информационно-коммуникационных технологий построить эконометрическую линейную модель и оценить степень влияния каждого фактора в модели. Основная базовая модель:

$$Y = a_0 + a_1C + a_2I + a_3G + a_4Ex + a_5W,$$

где $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ – коэффициенты влияния факторов на динамику ВРП.

2) Выбрать методы и оценить качество модели (оценки – множественный R, нормированный R^2 , F-статистика, стандартная ошибка, t-статистика, P - значение).

3) Проверить гипотезу H_0 о равенстве отдельных коэффициентов регрессии нулю (при альтернативе H_1 не равно 0) при уровне значимости $\alpha = 0,05$

4) Предположите, что отсутствует отрицательный лаг, определить коэффициенты корреляции между значениями объясняющей переменной и факторами с лагом от 0 до 5 (половина продолжительности промышленного цикла). Объяснить полученные результаты и сделать выводы. Чем объясняется наличие лага в модели ВРП и инвестиций в основной капитал?

5) На основе корреляционного анализа сопоставить варианты спецификации обобщенной модели, используя метод включения/исключения переменных из числа выделенных наиболее коррелированных с объясняемой переменной (для оценки использовать нормированный R^2 , P-val для F-статистики, t-статистика). Предложите несколько моделей, пригодных для прогнозирования ВРП и оцените их на соответствие предпосылкам регрессионного анализа. Сделайте выводы.

6) Сформировать обучающую и контролируемую выборку, провести статистическую проверку качества выбранной для прогнозирования модели по обучающей выборке (оценки: множественный R^2 , нормированный R^2 , F-статистика, p-val), оценить значимость факторов в модели. Для контролирующей выборки по известным значениям построить доверительный интервал прогнозного значения эндогенной переменной.

7) Какие целевые ориентиры и направления региональной экономической политики можно предложить на основе построенной эконометрической модели?

Методические указания.

Необходимым условием надежности модели и эффективности полученных оценок коэффициентов эконометрических моделей является отсутствие мультиколлинеарности факторов, гетероскедастичности и автокорреляции в остатках модели. Для проверки моделей на наличие мультиколлинеарности используется анализ корреляционных матриц. Проверка на гетероскедастичность и автокорреляцию проводится с помощью тестов Уайта и Бреуша-Годфри на уровне значимости 5 %.

Проверка на наличие мультиколлинеарности. К внешним признакам мультиколлинеарности относят: наличие коэффициентов в модели, значение которых противоречит экономическому смыслу, наличие среди коэффициентов уравнения регрессии множества незначимых коэффициентов (в то время как сама модель значима), среднеквадратические ошибки в модели того же порядка, что и коэффициенты регрессии при факторных признаках (что свидетельствует о том, что коэффициенты при переменных могут иметь доверительный интервал, включающий в себя точку 0).

Формальными способами проверки мультиколлинеарности являются: построение матрицы парных коэффициентов корреляции (выявление тесноты связи между факторами), расчет значений коэффициентов детерминации (R^2) каждой из объясняющих переменных $x^{(i)}$ по всем остальным переменным $x^{(j)} = (x^{(1)}, \dots, x^{(j+1)}, \dots)$. Для определения коэффициентов детерминации следует воспользоваться модулем множественная регрессия, где в качестве зависимой переменной выбрать $x^{(i)}$, а все остальные объясняющие переменные оставить в качестве независимых. Также применяется прием вычисления собственных чисел матрицы $X^T X$.

В случае наличия между объясняющими переменными частичной мультиколлинеарности, оценки коэффициентов линейной модели, полученные с помощью МНК, становятся неустойчивыми, незначительное изменение состава выборки или состава объясняющих переменных может вызвать кардинальное изменение модели, что делает модель непригодной для практических целей. Наиболее распространенные приемы оценивания параметров регрессионной модели: методы пошаговой регрессии, гребневая регрессия (ридж-регрессия), переход от первоначальных переменных к их главным компонентам.

В современных программах (Statistica, R-studio) можно выбрать метод пошаговой и гребневой регрессии. Методы пошаговой регрессии позволяют из множества независимых переменных отобрать только те, которые наиболее значимы для адекватного описания многопараметрической регрессии. Гребневая регрессия используется для получения более устойчивых оценок парамет-

ров регрессионной модели в условиях мультиколлинеарности переменных. При выборе модели следует обращать внимание на значение остаточной дисперсии (ей должно соответствовать минимальное значение) и коэффициент детерминации (наибольшее значение).

Проверка на наличие автокорреляции. Под автокорреляции остатков понимают зависимость распределения значений остатков ε друг от друга. Автокорреляция остатков означает наличие корреляции между остатками текущих и предыдущих (последующих) наблюдений. Коэффициент корреляции между остатками оценивается по формуле:

$$r_{\varepsilon_i \varepsilon_j} = \frac{\overline{\varepsilon_i \varepsilon_j} - \overline{\varepsilon_i} \overline{\varepsilon_j}}{\sigma_{\varepsilon_i} \sigma_{\varepsilon_j}}$$

Если коэффициент существенно отличается от 0, то остатки автокоррелированы.

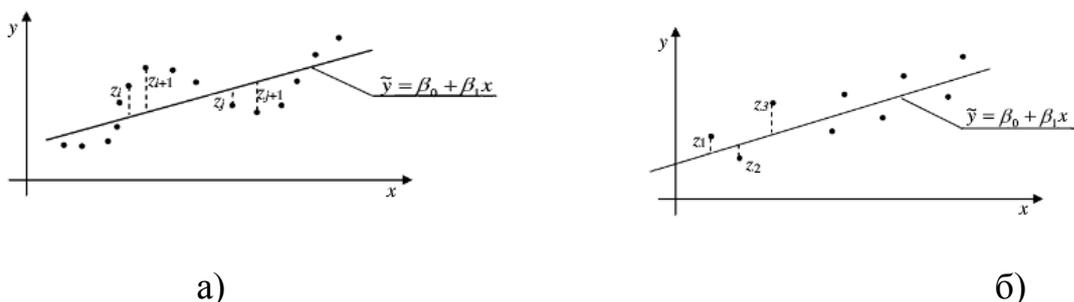


Рис.1. а) Положительная автокорреляция, б) Отрицательная автокорреляция

Отрицательная автокорреляция встречается при использовании данных временного характера. В случае множественной функции регрессии строится график зависимости функции, упорядоченных в процессе возрастания значений объясняющей переменной x_i , по которой исследуется автокорреляция. Если по мере возрастания объясняющей переменной оценки регрессионных остатков сохраняют определенный знак на некоторых промежутках, то можно выдвинуть предположение о положительной автокорреляции. Если функция регулярно меняет знак, то выдвигается предположение об отрицательной автокорреляции.

Устранить автокорреляцию можно путем изменения спецификации модели (например, с линейного на нелинейный). При наличии автокорреляции используется ОМНК-оценки и применяется процедура **Кохрейна-Оркатта**:

1) оцениваются МНК коэффициенты $\beta^{(0)}$ регрессионной модели $Y = X\beta + Z$

2) оцениваются регрессионные остатки: $z_i^{(0)} = y_i - y_i^{(0)}$, где $y_i = \beta_0^{(0)} + \beta_1^{(0)}x_{i1} + \dots + \beta_k^{(0)}x_{in}$, $i = \overline{1n}$

3) первое приближение $r^{(1)}$ оценки неизвестного параметра ρ определяется с помощью МНК-оценки коэффициента регрессии ρ в модели:

$$z_i^{(0)} = \rho z_{i-1}^{(0)} + \delta_i^{(0)}, \quad i = \overline{2n}$$

$$r_{МНК}^{(1)} = \frac{\sum_{i=2}^n z_i^{(0)} z_{i-1}^{(0)}}{\sum_{i=2}^n (z_i^{(0)})^2}$$

4) вычисляются ОМНК-оценки $\beta_{ОМНК}(r^{(1)})$ с матрицей $\sum_0(r^{(1)})$, определенной соотношением, в котором вместо ρ подставлены $r^{(1)}$:

$$\hat{\beta}_{ОМНК}^{(1)} = (X^T \cdot (\hat{\Sigma}_0^{(1)})^{-1} \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot (\hat{\Sigma}_0^{(1)})^{-1} \cdot Y$$

5) рассчитываются регрессионные остатки следующей итерации:

$$\hat{z}_i^{(1)} = y_i - \hat{y}_i^{(1)}, \quad \text{где } \hat{y}_i^{(1)} = \hat{\beta}_0^{(1)} + \hat{\beta}_1^{(1)}x_{i1} + \dots + \hat{\beta}_k^{(1)}x_{ik}$$

Процесс продолжается до тех пор, пока r не стабилизируется, а именно пока оценки параметра ρ на последнем и предпоследнем этапах будут примерно одинаковыми.

Автокорреляцию первого порядка можно обнаружить на основе теста Дарбина-Уотсона (в программе Statistica критерий Дарбина-Уотсона находится в «Анализ остатков»). Внешнее проявление можно наблюдать с помощью визуального анализа гистограммы (графика) распределения регрессионных остатков. Если критерий Дарбина-Уотсона $< dn$, то предположение о возможном наличии положительной автокорреляции допустимо.

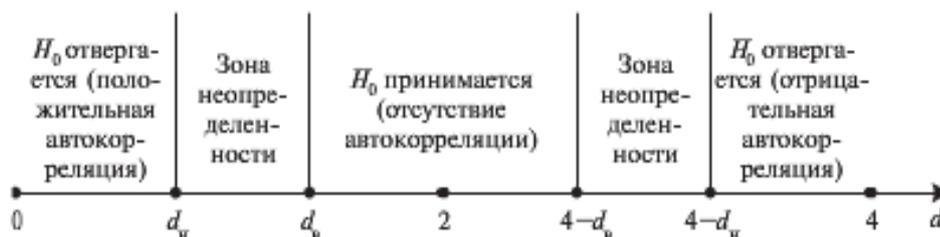
Тест Дарбина-Уотсона. Тест применяется для проверки наличия автокорреляции между соседними членами. Для оценки корреляции используется статистика:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Если корреляция ошибок регрессии не равна 0, то она присутствует и в остатках регрессии e_t , получающихся в результате применения МНК. Выборочный коэффициент:

$$\frac{\sum_{i=2}^n e_i e_{i-1}}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = r$$

В случае отсутствия автокорреляции выборочный коэффициент r окажется не сильно отличающимся от 0, а значение статистики d будет близко к 2. Близость наблюдаемого значения к 0 означает наличие положительной автокорреляции, к 4 – отрицательной. Недостаток теста заключается в том, что распределение статистики d зависит не только от числа наблюдений, но и от числа значений регрессоров X_j ($j=1 \dots p$). Существуют пороговые значения, зависящие только от числа наблюдений, числа регрессоров, уровня значимости. Графически сравнение с пороговыми значениями отражено на рисунке.



Проверка наличия гетераскедастичности. Наличие гетераскедастичности можно предположить по графику зависимости остатков от упорядоченных по возрастанию значений той объясняющей переменной, вариация которой возможно порождается гетераскедастичностью. Для построения графика пред-

варительно остатки необходимо расположить по возрастанию значений объясняющей переменной (x_i).

Тест Голфелда-Квандта. Тест применяется, если ошибки регрессии можно считать нормально распределенными случайными величинами. Для применения теста данные необходимо упорядочить по возрастанию независимой переменной x_1 . Средние квадратические отклонения возмущений σ_i пропорциональны значениям объясняющей переменной X разброса возмущений ε_i регрессионной модели. Для применения теста берется выборка наблюдений и строится для них уравнения регрессии, производится оценка для подмножества. Результаты дисперсионного анализа показывают значение теста Голфелда-Квандта суммы квадратов остатков. Далее оценивается следующее подмножество. Значения остатков регрессий первых и последних наблюдений представляют собой выборочные наблюдения нормально распределенных случайных величин, имеющих одинаковые дисперсии. Производится расчет критического значения $F_{ст.}$. Если $F_{набл.} > F_{крит.}$, то нулевая гипотеза об отсутствии гетераскедастичности отклоняется.

Тест Уайта. Тест основан на предположении, что дисперсии ошибок регрессии представляют собой одну и ту же функцию от наблюдаемых значений регрессоров: $\sigma_i^2 = f(x_i)$. Чаще всего функция f выбирается квадратичной, что соответствует тому, что средняя квадратическая ошибка регрессии зависит от наблюдаемых значений регрессоров приближенно линейно. Тест Уайта основан на оценке функции с помощью уравнения регрессии для квадратов остатков:

$$e_i^2 = f(x_i) + u_i, \quad i=1, \dots, n.$$

где u_i - случайный член.

Гипотеза об отсутствии гетераскедастичности принимается в случае незначимости регрессии в целом.

Задание 2. Множественные модели с фиктивными переменными. На основе источников информации и официальных данных Территориального ор-

гана Федеральной службы государственной статистики по Амурской области, соберите информацию для целей эконометрического анализа за период 2007-2017 гг.:

- инвестиции в основной капитал;
- валовый региональный продукт;
- денежные доходы населения в сопоставимых ценах;
- денежные расходы и сбережения в сопоставимых ценах;
- реальные располагаемые среднедушевые денежные доходы;
- среднемесячная реальная начисленная заработная плата;
- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата;
- индекс потребительских цен;
- ставка рефинансирования;
- дефицит (профицит) консолидированного бюджета в сопоставимых ценах;
- основные фонды в экономике;
- степень износа;
- коэффициент выбытия (ликвидации) основных фондов в процентах от общей стоимости основных фондов на начало года;
- коэффициент обновления;
- индекс производства промышленной продукции;
- сальдированный финансовый результат в экономике (без малых предприятий);
- доля убыточных организаций;
- индекс цен производителей в строительстве;
- время.

На основе современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий:

1) Систематизировать факторы, построить эконометрическую модель взаимосвязи инвестиций в основной капитал с факторами, определяющими их объем.

2) Проанализировать и спрогнозировать инвестиционный процесс в регионе на примере Амурской области. Рассмотреть стандартную линейную регрессию зависимости объема инвестиции в основной капитал от выбранных факторов: $i_t = (a_1 + a_2 X_{2t} + \dots + a_m X_{mt}) \times \varepsilon_t$.

где i_t – прогнозируемое значение индекса объема инвестиций в основной капитал экономики в t-ом году, X_1, \dots, X_m – индексы факторов, влияющих на объем инвестиций в основной капитал, m – число факторов, t-год, ε_t - случайная величина.

3) Построить и оценить эконометрическую модель с учетом ввода фиктивной переменной:

$$\phi = \begin{cases} 1, \text{ если } _ \text{наблюдение} _ \text{соответствует} _ \text{неустойчивому} _ \text{состоянию} \\ 0, \text{ если } _ \text{наблюдение} _ \text{соответствует} _ \text{периоду} _ \text{устойчивого} _ \text{состояния} \end{cases}$$

Модель будет выглядеть следующим образом:

$$i_t = (a_0 + a_1 \phi_t + a_2 X_{1t} + \dots + a_m X_{mt}) \times \varepsilon_t$$

4) Построить модель на основе взвешивания исходных данных эконометрической модели для дифференциации влияния информации, относящейся к разным периодам времени, на получаемые с помощью МНК значения коэффициентов. В условиях быстро развивающихся социально-экономических явлений информация более поздних периодов является более существенной, чем информация ранних периодов.

$$i_t = (a_0 \times z + a_1 X_{1t}^* + \dots + a_m X_{mt}^*) \times \varepsilon_t$$

где $z_t = \frac{1}{\beta_1}, \frac{1}{\beta_2}, \dots, \frac{1}{\beta_m}$. β_t - весовой коэффициент, учитывающий степень

полноты исходной информации момента t, необходимой при построении эконометрической модели, описывающей инвестиционный процесс:

$$\beta_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i}}, \text{ где } \beta_t = 1$$

p_i – индекс потребительских цен, в разгах к предыдущему году.

5) Оценить качество моделей, провести анализ на мультиколлинеарность, проверить наличие гетероскедастичности и осуществить прогнозирование.

6) Сравнить полученные модели с учетом и без учета фиктивной переменной, интерпретировать полученные результаты и сделать выводы.

Методические указания.

Перед построением моделей необходимо исследовать степень корреляционной связи между факторами и объемом инвестиций, осуществить отбор факторов. Для этого можно применить: анализ корреляционной матрицы на основе общих коэффициентов корреляции, анализ частных корреляций и использовать формализованный критерий проверки гипотезы о независимости переменных. Следует оценить мультиколлинеарность между факторами. При выявлении сильной зависимости между факторами, их необходимо исключить. Для анализа общего качества регрессий использовать коэффициент детерминации R^2 , F-статистику и проверку значимости каждого коэффициента регрессии. Оценить автокорреляцию и рассчитать статистику Дарбина-Уотсона. Для оценки прогноза использовать относительную ошибку прогноза.

Введение фиктивных переменных в регрессионную модель. Учет влияния качественных переменных на структуру модели осуществляется с помощью аддитивно-линейного введения в правую часть регрессионного уравнения определенного числа дихотомических (бинарных) переменных. Например,

$$d_i = \begin{cases} 1, & \text{если объект с координатами}(i, j) \in \text{району } A \\ 0, & \text{если объект с координатами}(i, j) \notin \text{району } A \end{cases}$$

Регрессионная модель, описывающая зависимость примет вид:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \alpha d_i + z_i$$

Если качественная переменная имеет p градаций, то для ее влияния на структуру регрессионной модели необходимо вводить $p-1$ фиктивных переменных:

$$d_i = \begin{cases} 1, & \text{если в } i\text{-ом наблюдении качественная переменная была} \\ & \text{зарегистрирована на уровне } j\text{-ой градации} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где $i = \overline{1, n}$, $j = 1, 2, \dots, p - 1$

Модель будет иметь следующий вид:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \alpha d_{i1} + \dots + \alpha_{p-1} d_{i(p-1)} + z_i$$

где $i = \overline{1, n}$,

Введение в модель p фиктивных переменных приведет к тому, что значения, по меньшей мере, одной из них могут быть выражены в виде линейной комбинации наблюдаемых значений остальных переменных, следовательно к невозможности получения МНК-оценок. Тот уровень, для которого фиктивная переменная не образована, принимается за эталонный. Коэффициенты при фиктивных переменных будут показывать отличия текущего уровня от эталонного.

Существует ситуация, когда необходимо воспользоваться инструментом, известным как фиктивная переменная для коэффициента наклона (фиктивная переменная взаимодействия). В более сложных моделях может быть отражена зависимость фиктивных переменных и параметров (коэффициентов) при количественных переменных регрессионной модели. Фиктивная переменная вводится в модель мультипликативно, а переменные, полученные путем перемножения с фиктивной переменной, называются перекрестными фиктивными переменными. Например, модель может иметь следующий вид:

$$y_i = \beta_0 + \alpha d_1 + (\beta_1 + \gamma \times d_1) \times x_1 + z_i,$$

$$\text{где } d_1 x_1 = \begin{cases} x_1, & \text{первое условие} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Величина γ может рассматриваться как разность между коэффициентом при показателе x_1 для одного условия и коэффициентом x_2 для второго условия.

Эконометрические модели с переключениями – это модели со скачкообразными изменениями коэффициентов в точках t_1, t_2, \dots, t_{n-1} временного интервала $(1, T)$. Такие модели обычно используются для аппроксимации на отдельных временных интервалах сложных нелинейных зависимостей линейными

уравнениями, построенными как эконометрические модели независимо друг от друга на каждом из участков рассматриваемого временного интервала.

Фиктивные переменные вводятся в эконометрическую модель с целью учета воздействия качественных аспектов на закономерности развития рассматриваемых процессов. К таким аспектам относится различие в условиях развития процессов, предопределивших разницу их уровней в разные периоды времени, например, до кризиса и после кризиса при сохранении общей тенденции.

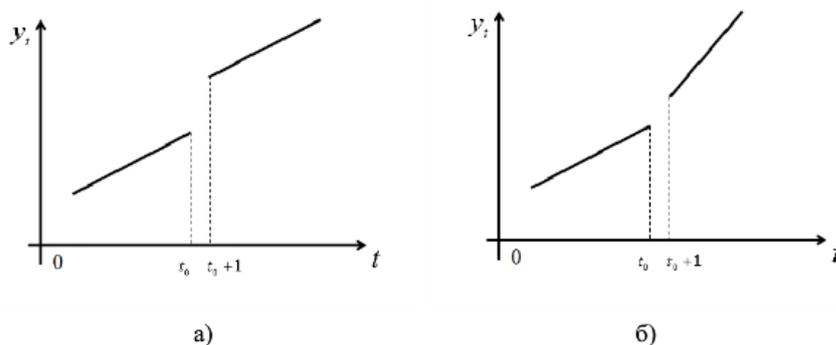


Рис. 2. Пример различий в условиях развития процесса

В данном случае в модель вводится фиктивная переменная:

$$d_i = \begin{cases} 0, & \text{докризисный период } t \leq t_0 \\ 1, & \text{послекризисный период } t > t_0 \end{cases}$$

При введении в аналитическую модель регрессии фиктивных переменных, отражающих влияние на исследуемый результативных признаков качественных переменных, оказывается выгодным, если:

- статистическая надежность (точность) полученных оценок коэффициента регрессии будет выше той, которая имела бы, оценивая коэффициенты отдельно по каждой однородной группе;

- в ходе построения регрессионной модели с фиктивными переменными имеется возможность одновременно проверять гипотезы о наличии или отсутствии статистического влияния качественных переменных на структуру анализируемой модели.

Задание 3. Классификация регионов по уровню когнитивного потенциала. Когнитивная асимметрия применяется для анализа территориальной

дифференциации в развитии экономики знаний в субъектах. В условиях асимметрии принятие решений по перераспределению доходов между регионами с целью ликвидации диспропорций улучшает в долгосрочном плане положение страны и не ухудшает положение ни одного из регионов. Для исследования асимметрии используются методы кластерного и факторного анализа, на основе эконометрического анализа производится оценка взаимосвязи ВРП с концентрацией когнитивного потенциала. Следует собрать информацию о количественных показателях по регионам Дальневосточного федерального округа:

- внутренние затраты на исследования и разработки (руб./чел.);
- объем инновационной продукции (руб./чел.);
- объем экспорта инновационной продукции (руб./чел.);
- затраты на ИКТ (руб./чел.);
- удельный вес объема отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %;
- удельный вес организаций, использующих Интернет, в общем числе организаций, использующих ИКТ, %;
- удельный вес числа компьютеров с доступом в Интернет в общем числе компьютеров в организациях, %;
- численность персонала, занятого исследованиями и разработками, в расчете на 1 000 занятых в экономике;
- численность исследователей в расчете на 1 000 экономически активного населения;
- затраты на технологические инновации в расчете на одного занятого в экономике, руб./чел.;
- число патентов на изобретения, выданных в отчетном году на 100 исследователей.

1) На основе статистических источников информации и с применением информационно-коммуникационных технологий провести многомерный кластерный анализ по иерархической схеме методом Уорда по первым главным компонентам, построить матрицу факторных нагрузок и дендрограмму. Интер-

претировать полученные результаты и выделить типические группы, охарактеризовать полученные кластеры.

2) Рассчитать значения коэффициента локализации (концентрации) когнитивного потенциала, используя формулу:

$$Iq_i = \frac{z_i / j_i}{Z / J}$$

где Iq_i - коэффициент локализации когнитивного потенциала для i -го субъекта, z_i - количество занятых в регионе, имеющих послевузовское профессиональное образование i -го субъекта, j_i - количество занятых во всех отраслях i -го субъекта, Z - количество занятых, имеющих послевузовское профессиональное образование в целом по всем регионам, J - количество занятых во всех отраслях всех изучаемых регионов.

Что показывает коэффициент локализации когнитивного потенциала?

3) Исследовать влияние коэффициента локализации когнитивного потенциала на ВРП на душу населения, используя следующую модель:

$$ВРП_i = f(Iq_i) + \varepsilon_i$$

где $ВРП_i$ - валовый региональный продукт на душу населения i -го субъекта; ε_i - случайная составляющая регрессионной модели, характеризующаяся условием $M(\varepsilon)=0$.

4) Систематизировать полученные результаты, оценить качество эконометрической модели и сделать выводы.

Вопросы для защиты лабораторной работы.

1) Каким методом были оценены коэффициенты множественной регрессии?

2) В чем суть метода наименьших квадратов? Существуют ли альтернативные ему методы?

3) В чем суть метода максимального правдоподобия оценки коэффициентов для модели множественной регрессии?

4) Чему равна оценка коэффициентов детерминации? Что она характеризует?

- 5) При каком дополнительном предположении относительно регрессионных остатков исследуется значимость модели, ее коэффициентов, осуществляется интервальное оценивание?
- 6) Как проверить гипотезу об адекватности модели регрессии выборочных данных? Как проверить гипотезу о значимости коэффициентов?
- 7) Как выявить полную мультиколлинеарность? Какие внешние и формальные признаки мультиколлинеарности вы знаете?
- 8) В чем заключается алгоритм устранения мультиколлинеарности методом ридж-регрессии?
- 9) Какими свойствами обладают гребневые оценки коэффициентов регрессии?
- 10) Какие внешние и формальные признаки позволили заподозрить наличие мультиколлинеарности?
- 11) В чем заключается метод главных компонент как средства устранения мультиколлинеарности?
- 12) Опишите алгоритм устранения мультиколлинеарности методом пошаговой регрессии с включением / исключением переменных.
- 13) Приведите аргументы в пользу применяемых вами методов для выявления гетероскедастичности. Опишите применяемые тесты.
- 14) Укажите причины и виды автокорреляции.
- 15) Как с помощью графического анализа предположить наличие (отсутствие) автокорреляции?
- 16) Какие тесты для выявления автокорреляции вы использовали? Опишите их алгоритм.
- 17) Опишите алгоритм критерия Голфелда-Квандта. Какую структуру будет иметь матрица в случае гетероскедастичности регрессионных остатков?
- 18) Когда применяется тест Глейзера? Опишите его.
- 19) В чем заключается тест Бреуша-Пагана на выявление гетероскедастичности?

20) Запишите стандартные ошибки в форме Уайта. Для чего они применяются?

21) В каких случаях производится коррекция стандартных ошибок в форме Невье-Веста?

22) В чем заключается процедура Кохрейна-Оркатта?

Лабораторная работа №3 по теме «Нелинейные модели регрессии и их применение в региональных и отраслевых исследованиях»

Задание 1. Анализируется зависимость объема производства Y (млн. руб. в неделю) от численности занятых рабочих X (тыс. чел.) на 35 предприятиях региона. При построении регрессионной модели учесть принадлежность предприятий к одной из трех отраслей: машиностроения, легкой промышленности, пищевой промышленности.

Машиностроение

X	4	1	2	7	0,5	6	5	11	9	10	13	2
Y	9	3	4	13	2	12	11	20	18	19	25	4

Легкая промышленность:

X	6	2	1	0,5	5	9	3	6	4	2
Y	23	11	9	5	18	24	11	19	16	9

Пищевая промышленность:

X	3	7	6	9	4	17	13	11	12	9	10	7	6
Y	11	18	15	20	12	35	30	24	27	21	25	20	16

Требуется на основе статистических источников информации и информационно-коммуникационных технологий:

1) Подобрать параметрический класс нелинейных зависимостей для описания взаимосвязи между показателями;

2) Построить уравнение множественной регрессии с учетом фактора - отрасли (фиктивная переменная). Линеаризовать модель, оценить параметры и провести содержательный анализ;

3) Выбрать нелинейную модель, используя подход Бокса-Кокса и провести анализ модели.

4) Систематизировать, обработать полученную информацию и сделать выводы.

Методические указания.

Выделяют два класса нелинейных зависимостей:

- регрессионные модели нелинейные относительно включенных в анализ объясняющих переменных, но линейные по оцениваемым коэффициентам;
- регрессионные модели нелинейные как относительно включенных в анализ объясняющих переменных, так и по оцениваемым коэффициентам.

Подходы для оценки параметров нелинейных моделей:

1) линеаризация модели – с помощью подходящих преобразований исходных переменных исследуемую зависимость представляют в виде линейного соотношения между преобразованными переменными;

2) методы нелинейной оптимизации на основе исходных переменных.

Критерием подбора наилучшего для линеаризуемой регрессионной модели преобразования может служить величина коэффициента детерминации, критерии Акаике:

$$AIC = \frac{2(k+1)}{n} + \ln \left(\frac{\sum_{i=1}^n z_i^2}{n} \right)$$

Или критерий Шварца:

$$BIC = \frac{(k+1) \ln(n)}{n} + \ln \left(\frac{\sum_{i=1}^n z_i^2}{n} \right)$$

При втором подходе в случае, когда невозможно с помощью каких-либо преобразований исходной зависимости перейти к линейной регрессионной зависимости, но характер нелинейной зависимости известен, оценки коэффициентов можно определить как значения, минимизирующие сумму квадратов:

$$Q(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{i=1}^n (y_i - f[\beta_0, \beta_1, \dots, x_1, x_2, \dots])^2 \rightarrow \min$$

Система нормальных уравнений $\frac{\partial Q(\beta_0 \dots \beta_k)}{\partial \beta_j} = 0$ является нелинейной, для

решения которых необходимо использовать различные методы безусловной оптимизации.

Таблица 3

Виды нелинейных регрессионных моделей, используемых для анализа социально-экономических процессов

n/n	Наименование модели	Вид регрессионной модели	Преобразование
1	2	3	4
Регрессионные модели нелинейные относительно включенных в анализ объясняющих переменных, но линейные по оцениваемым коэффициентам			
1	Полиномиальная	$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_i^j + z_i$	$x_i^j = x_{ij}^*$ $y_i = \beta_0 + \sum_{l=1}^k \beta_l x_{ij}^* + z_i$
2	Гиперболическая (кривая Филипса)	$y_i = \frac{1}{\beta_0 + \beta_1 x_i + z_i}$	$\frac{1}{y} = y^*$ $y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + z_i$
3	Логлинейная	$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ij} + z_i$	$\ln y_i = y_i^*, \ln x_{ij} = x_{ij}^*$ $y_i^* = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}^* + z_i$
4	Полулогаримическая	$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + x_{ik} + z_i$ $y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{i1} + \dots + \ln x_{ik} + z_i$	$\ln y_i = y_i^*$ $y_i^* = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} + z_i$ $\ln x_{ij} = x_{ij}^*$ $y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}^* + z_i$
5	Функция Гомперца	$\ln y_i = \beta_0 - \beta_1 e^{-x_i} + z_i$	$e^{-x_i} = x_i^*, \ln y_i = y_i^*$ $y_i^* = \beta_0 - \beta_1 x_i^* + z_i$
Регрессионные модели нелинейные как относительно включенных в анализ объясняющих переменных, так и по оцениваемым коэффициентам			
6	Степенная (производственная функция Кобба-Дугласа)	$y_i = A \cdot K_i^\alpha \cdot L_i^\beta \cdot z_i$, L - затраты капитал; K - затраты труда;	$\ln y_i = \ln A + \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \ln z_i$ $\ln y_i = y_i^*, \ln K_i = K_i^*, \ln L_i = L_i^*$ $y_i^* = \ln A + \alpha K_i^* + \beta L_i^* + z_i^*$
7	Экспоненциальная	$y_i = \beta_0 e^{\beta_1 + \beta_2 x_i} z_i$	$\ln y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 x_i + \ln z_i$ $\ln y_i = y_i^*, \ln z_i = z_i^*$ $y_i^* = \ln \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 x_i + z_i^*$

Для анализа модели нелинейной регрессии следует выполнить следующие этапы:

1) построить диаграмму рассеяния наблюдаемых значений, провести анализ остатков на основе оценки критерия Дарбина-Уотсона.

2) подобрать модель из класса нелинейных зависимостей;

3) осуществить преобразование исходных статистических данных, используя функциональные возможности статистической программы;

4) Для описания взаимосвязи между показателями применяется критерий Бокса-Кокса. Преобразование применяется к переменным, принимающим только положительные значения. Если это не так, то вначале подбирают «сдвиговые» константы, которые обеспечивают положительность значений, а затем к сдвинутым значениям переменных применяют данное преобразование. Промежуток изменения параметра λ , который на практике задают от -1 до 2, разбивают на N частей, т.е. полагают $\lambda_0 = -1$ и $\lambda_N = 2$.

5) Применяется метод пошаговой регрессии для расчета оценки регрессии. Рассчитывается величина и осуществляется дисперсионный анализ:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} * \left[\bar{y}(\lambda, \bar{y}) - \bar{x}^T * \bar{\beta} \right]^T * \left[\bar{y}(\lambda, \bar{y}) - \bar{x}^T * \bar{\beta} \right].$$

6) Варьируя переменной λ следует получить значения функции правдоподобия. Оценить результаты множественной регрессии, построить уравнение регрессии.

Вопросы для защиты лабораторной работы.

1) Приведите примеры линеаризуемых моделей и приемы их линеаризации.

2) Какие проблемы оценки и исследования имеют нелинеаризуемые модели?

3) В чем заключается гипотеза Бокса-Кокса об однопараметрических классах линеаризующих преобразований?

Метод географически взвешенной регрессии. Относится к эконометрическим методам, используемым для моделирования взаимосвязи между социально-экономическими показателями, учитывающими, в том числе, пространственную структуру исследуемых объектов. Модель не является неизменной

для всей исследуемой совокупности, а меняется в зависимости от расположения объектов в пространстве, ее коэффициенты являются функциями координат и характеризуют пространственную вариацию. К категории пространственно варьирующих данных относят признаки, которые сильно изменяются в зависимости от территории или расположения объектов в пространстве.

Модель, данные которой зависят от месторасположения объектов, называется моделью географически взвешенной регрессии, имеет вид:

$$y_x = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{i=1}^k \beta_i(u_i, v_i)x_{si} + \varepsilon_s(u_i, v_i)$$

где (u_i, v_i) – местоположение i -го объекта (координаты i -ой точки);

y_x - значение результативного признака;

x_{sl} - значение l -ой объясняющей переменной для i -го объекта;

$\beta_i(u_i, v_i)$ - неизвестные коэффициенты;

ε - регрессионные остатки;

$i, s = 1, 2, \dots, n; l = 1, 2, \dots, k.$

Оценка коэффициентов $\beta_i(u_i, v_i)$ модели географически взвешенной регрессии проводится с помощью взвешенного метода наименьших квадратов.

Оценка коэффициентов производится следующим образом:

$$\beta(i) = [X^T W(i) X]^{-1} X^T W(i) Y$$

Лабораторная работа № 4 по теме «Моделирование с лагированными переменными в региональных исследованиях»

Задание 1. Экономический рост выражается в увеличении потенциального и реального валового регионального продукта. Рост принято рассматривать в экономике региона в виде процесса, направленного на увеличение масштаба экономики в ее стоимостном и физическом измерении, который достигнут при наращивании потребления экономических ресурсов. Экономический рост может быть в трех вариантах: на основе или в сочетании с развитием, без развития, при регрессивном развитии. Рост экономики может идти за счет прямых источников роста (факторы предложения), к которым относятся количество и

качество природных ресурсов, запас капитала в экономике, технология и организация производства, уровень развития предпринимательских способностей. К косвенным факторам роста (факторы спроса и распределения) относят улучшение налогового климата в экономике, снижение степени монополизации товарных рынков, улучшение распределения ресурсов и доходов, повышение эффективности функционирования кредитно-банковской системы, расширение потребительских и инвестиционных расходов, стимулирование экспортных поставок.

Проверяемая гипотеза: показатели социально-экономического развития (инвестиции в основной капитал (K), заработная плата занятых в экономике (L), внутренние затраты на исследования и разработки (I), величина экспорта (Ex) могут свидетельствовать о причинах замедления темпов роста реального ВРП (Q).

Требуется:

1) По данным официальной статистики собрать информацию о факторах роста ВРП Амурской области за период 2010-2017 гг.

2) Построить эконометрическую модель развития региона без учета лаговой переменной, используя информационно-коммуникационные технологии. За основу выбрать модель Кобба-Дугласа:

$$Q = eK^{\alpha} L^{\beta} I^{\gamma} Ex^{\varphi}$$

где α , β , γ , φ - показатели эластичности, которые требуется оценить.

Обработать и систематизировать полученные результаты, оценить качество модели и сделайте выводы. С целью повышения адекватности моделей и обеспечения высокой степени всех входящих регрессоров используйте метод включения/исключения переменных.

3) На основе современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий построить модель с учетом лагированной переменной. Рассмотреть различные сочетания лагов с точки зрения коэффициентов корреляции (лаг от 1 до 5 лет). Что показывают лаговые модели?

4) Составить прогноз ВРП с учетом влияния факторов и на основе построенной эконометрической модели.

Методические указания.

Лагированные переменные – переменные, взятые в предыдущие моменты времени.

$$Y_t = \alpha + \beta_0 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \dots + \beta_p I_{t-p} + \varepsilon_t$$

Модели распределенных лагов:

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

Авторегрессионные модели распределенных лагов:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Оператор сдвига: $Lx_1 = x_{t-1}$

$$y_t - \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} = \delta + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_q x_{t-q} + \varepsilon_t$$

$$A(L)y_t = \delta + B(L)x_t + \varepsilon_t$$

$$A(L)y_t = 1 - \alpha_1 L - \dots - \alpha_p L^p$$

$$B(L)y_t = \beta_0 + \beta_1 L + \dots + \beta_q L^q$$

Вклад лага s:

$$w_s = \frac{\beta_s}{\beta}, \quad \sum_{i=0}^q w_s = 1$$

где w_s – функция распределения лагов.

Имеет место корреляция между регрессорами Y_t и ошибками регрессии ε_t . Модель с распределенными лагами оценивается с помощью:

- нелинейного метода наименьших квадратов;
- методом максимального правдоподобия.

Модель с распределением Койка лаговых объясняющих переменных (модель с геометрическим распределением):

$$y_t = \frac{\alpha}{1 - \gamma} + \beta x_t + \beta \sum_{k=1}^{\infty} \gamma^k y_{t-k} + \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^k \varepsilon_{t-k}$$

Коэффициенты при лаговых переменных образуют геометрическую прогрессию со знаменателем γ_1 . Данное уравнение оценивается нелинейным методом наименьших квадратов.

Примером регрессионной модели с распределенными лагами является модель адаптивных ожиданий. Например, модель Ф. Кейгана:

$$y_t = \alpha + \beta x_{t+1}^w + \varepsilon_t$$

где x^w - ожидаемый уровень инфляции (ненаблюдаемая величина).

Модель с распределенными лагами, где динамика случайного члена подчинена закону скользящей средней:

$$y_t = \alpha\lambda + \beta\lambda x_t + (1 - \lambda)y_{t-1} + \varepsilon_t$$

где $\varepsilon_t = \zeta_t - (1 - \lambda)\zeta_{t-1}$

Вопросы для защиты лабораторной работы:

- 1) Что представляет собой модели распределенных лагов?
- 2) Каким образом оценивается модель распределенных лагов?
- 3) Применяется ли для оценки модели распределенных лагов МНК? Аргументируйте ответ.
- 4) Приведите примеры моделей с лагированными переменными.
- 5) Какую роль играют модели с лагированными переменными при исследовании социально-экономических явлений в региональной экономике?

Лабораторная работа № 5 по теме «Стационарные временные ряды и методология эконометрического прогноза»

Задание 1.

1) По статистическим данным Амурской области ежемесячно за 2013-2017 гг. и используя метод скользящих средних, постройте прогнозные модели, выделяя влияние сезонных процессов:

- объем производства сельскохозяйственной продукции (сельскохозяйственная отрасль);
- предоставление коммунальных услуг (отрасль ЖКХ);
- объем производства продуктов питания (пищевая промышленность).

2) Предложите модель, зависимую от сезонной компоненты, используя данные региональной статистики. Используя современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, постройте графики и исследуйте структуру временных рядов.

3) Выделите и удалите закономерные (неслучайные) составляющие временного ряда (тренд, сезонные и циклические составляющие), произведите сглаживание и фильтрацию (удаление низко- и высокочастотных составляющих временного ряда).

4) Введите в одну из моделей фиктивную переменную, отражающую циклическую компоненту ряда и оцените полученную эконометрическую модель. Используя современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, постройте кусочно-линейную модель и оцените, каким образом структурные изменения влияют на характер тренда. Применить тест Грегори - Чоу.

б) Обработайте и систематизируйте полученные результаты. Спрогнозируйте развитие изучаемого процесса на основе имеющихся временных рядов. Проанализировать текущие и прогнозные значения, сделать выводы.

Методические указания.

Модели, построенные на основе характеристики одного объекта за ряд последовательных моментов (периодов) времени называются *моделями временных рядов*. *Временной ряд* – совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов или периодов времени.

Каждый уровень временного ряда формируется под воздействием большего числа факторов, которые условно можно подразделить на три группы:

1) факторы, формирующие тенденцию ряда (например, инфляция влияет на увеличение размера средней заработной платы);

2) факторы, формирующие циклические колебания ряда (например, уровень безработицы в курортных городах в зимний период выше по сравнению с летним);

3) случайные факторы.

Модель, в которой временной ряд представлен как сумма перечисленных компонент, называется *аддитивной моделью* временного ряда. Если же временной ряд представлен как их произведение, то такая модель называется *мультипликативной*. При наличии во временном ряде тенденции и циклических колебаний значения каждого последующего уровня ряда зависят от предыдущих. Корреляционную зависимость между последовательными уровнями временного ряда называют *автокорреляцией уровней ряда*. Количественно эту зависимость с помощью коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутого на несколько шагов во времени. Этот показатель называется *коэффициентом автокорреляции*. Число периодов k , по которым происходит смещение временного ряда для вычисления коэффициента автокорреляции, называется *лагом*. Функция, характеризующая зависимость коэффициента автокорреляции от лага называется *автокорреляционной функцией*, а ее график – *коррелограммой*. Коррелограмма позволяет исследовать структуру временного ряда, выявлять наличие его компонент.

Суммы соответствующих коэффициентов при значениях факторов в различные моменты времени называются промежуточными мультипликаторами. Для максимального лага воздействие фактора на результативное переменное описывается полной суммой соответствующих коэффициентов, которая и называется долгосрочным мультипликатором. После деления этих коэффициентов на долгосрочный мультипликатор получают относительные коэффициенты модели с распределенным лагом. По формуле средней арифметической взвешенной получают величину среднего лага модели множественной регрессии. Эта величина представляет собой средний период, в течение которого будет происходить изменение результата под воздействием изменения фактора в момент t . Имеется также медианный лаг - период, в течение которого с момента времени t будет реализована 1/2 общего воздействия фактора на результат.

Временной ряд имеет несколько составляющих:

$$y_t = u_t + v_t + c_t + \varepsilon_t,$$

где u_t – тренд, плавно меняющаяся компонента, описывающая чистое влияние долговременных факторов;

v_t – сезонная компонента, отражающая повторяемость экономических процессов в течение не очень длительного периода

c_t – циклическая компонента, отражающая повторяемость экономических процессов в течение длительных периодов,

ε_t – случайная компонента, отражающая влияние не поддающихся учету и регистрации случайных факторов.

Временной ряд y_t ($t=1,2,\dots,n$) называется строго стационарным, если совместное распределение вероятностей n наблюдений y_1, y_2, \dots, y_n такое же как и n наблюдений $y_{1+\tau}, y_{2+\tau}, \dots, y_{n+\tau}$ при любых n, t, τ . Свойства стационарных рядов не зависят от момента времени t . Теснота связи между наблюдениями временного ряда определяется с помощью коэффициента корреляции:

$$R(\tau) = \frac{M[(y_t - a)(y_{t+\tau} - a)]}{\sigma_x(t)\sigma_x(t+\tau)} = \frac{M[(y_t - a)(y_{t+\tau} - a)]}{\sigma^2},$$

$$M(y_t) = M(y_{t+\tau}) = a, \sigma_y(t) = \sigma_y(t+\tau) = \sigma.$$

Коэффициент измеряет корреляцию между членами одного и того же ряда и называется коэффициентом автокорреляции, а зависимость – автокорреляционной функцией. Выборочный коэффициент автокорреляции определяется по формуле:

$$r(\tau) = \frac{(n-\tau) \sum_{t=1}^{n-\tau} y_t y_{t+\tau} - \sum_{t=1}^{n-\tau} y_t \sum_{t=1}^{n-\tau} y_{t+\tau}}{\sqrt{(n-\tau) \sum_{t=1}^{n-\tau} y_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\tau} y_t\right)^2} \sqrt{(n-\tau) \sum_{t=1+\tau}^n y_{t+\tau}^2 - \left(\sum_{t=1+\tau}^{n-\tau} y_{t+\tau}\right)^2}}.$$

Для обнаружения и изучения циклической (сезонной) составляющей используется *метод скользящей средней*, далее строится аддитивная или мультипликативная модель временного ряда. Если амплитуда сезонных колебаний (или циклических колебаний) приблизительно постоянна, то строят аддитивную модель временного ряда, в котором значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов. Если амплитуда сезонных ко-

лебаний возрастает или уменьшается, то строят мультипликативную модель. В мультипликативной модели уровни ряда зависят от значений сезонной компоненты. Процесс построения модели включает следующие этапы:

- 1) выравнивание исходного ряда методом скользящей средней;
- 2) расчет значений сезонной компоненты;
- 3) устранение сезонной компоненты из исходных уровней.
- 4) получение выровненных данных в аддитивной или мультипликативной модели соответственно;
- 5) аналитическое выравнивание этих, один раз уже выровненных уровней суперпозиции компонент тренда и циклической и расчет значений тренда в этой усовершенствованной модели с использованием полученного уравнения тренда;
- б) расчет уже по этой модели значений суперпозиции тренда и циклической компоненты и расчет абсолютных и относительных ошибок

Алгоритм моделирования временного ряда в Excel:

- построение графика зависимости (построить таблицу, ввести значения переменных по периодам, с помощью мастера диаграмм построить график с маркерами, указать подписи данных);
- проанализировать построенный график, выделить трендовую составляющую и циклическую переменную;
- построить коррелограмму (на листе 2 с помощью формулы (=ПИРСОН) вычислить парные коэффициенты корреляции, аргумент «массив 1» - ссылка на данные переменной кроме последнего значения, «массив 2» - данные без первого значения, далее аналогично находятся коэффициенты с лагом).
- по найденным значениям построить график, определить период с циклической составляющей;
- моделирование временного ряда, выделяя тренд с циклической и случайной компонентой:

$$Y = T + S + E$$

Для этого необходимо выравнять исходную модель методом скользящей средней, рассчитать сезонную компоненту S , устранить сезонную компоненту из исходных уровней ряда и получить выравненные данные $(T+S)$. Далее необходимо произвести аналитическое выравнивание уровней $(T+S)$ и рассчитать значения T с использованием полученного уравнения тренда. Рассчитать полученные по модели значения $(T+S)$, абсолютные и относительные ошибки.

Например, при наличии циклической составляющей с периодом 4. Если проводим в третьем столбце сглаживание данных скользящей средней, то в ячейку $C1$ вводим подпись «сглаживание», а в $C2$ вводим формулу « $=(B2+B3+B4+B5)/4$ » и автозаполняем ячейку $C2-Cn$. В ячейках Bn расположены значения переменных (n – количество переменных, соответствующих уровням временного ряда). Для расчета центрированного скользящего среднего вводим в $D1$ подпись «центрированное», а в $D4$ вводим формулу « $=(C2+C3/2)$ ». Автозаполняем область $D4-Dn-1$. Для вычисления оценки сезонной компоненты S в пятый столбец вводим разность между показателем (столбец 2) и сглаженным значением (столбец 4). Вводим в $E1$ подпись «оценка S », а в $E4$ вводим формулу « $=B4-D4$ » и автозаполняем ее на $E4-En-1$. Для моделирования циклической компоненты S выводим оценку сезонной компоненты по кварталам года. Вводим в $A45$ подпись «квартал», в ячейки $B45-E45$ числа 1, 2, 3, 4, а в ячейки $B46-E4n$.

Ячейка	D46	E46	B46	C46	D47	E47	E47	B47	...
ссылка	=E4	=E5	=E6	=E7	=E8	=E9	=E10	=E11	

Вводим в $A53$ подпись «среднее» и в $B43$ функцию «СРЗНАЧ», в поле аргумента «Число 1» ссылку на $B46-E4n$. Автозаполняем данные. Вычисляем сумму среднего сезонного воздействия, а суммарное воздействие циклической компоненты должно быть нулевым. Для расчета циклической компоненты следует рассчитать поправку, которая следует вычесть от полученных средних значений.

Исключим циклическую компоненту из временного ряда. Введем в $G1$ подпись « $T+E=y-S$ », а в $G2$ формулу « $=B2-F2$ » и автозаполняем ячейку $G2-Gn$.

Вычисляем трендовую компоненту. Введем в столбец Н трендовую компоненту Т в виде линейной функции $y = ax+b$, для этого в Н1 вводим подпись «Тренд Т», а в Н2 вводим функцию «ТЕНДЕНЦИЯ», аргументы которой ссылка на В2-Вn (Изн_знач_y), А2-Аn (Изн_знач_x), А2-Аn (Нов_знач_x), константа – 1. В следующем столбце будет находиться модель временного ряда, состоящая из суммы циклической компоненты S и тренда Т.

Вводим в I1 заголовок «Модель ряда», а в I2 вводим формулу «Н2+F2», автозаполняем результат. Получим график значений временного ряда, тренда и его модели с помощью мастера диаграмм. В поле диапазона вводим ссылку на В2-Вn, также области G2-Gn, I2-In. Получим случайную составляющую (остатки E). для этого в J1 вводим подпись «Остатки E», а в J2 формулу «=В2-I2», автозаполняем. Строим по данным ячейкам точечную диаграмму.

Для проверки качества модели рассчитаем остаточную сумму квадратов остатков E^2 и остаточную дисперсию. Для этого в K1 вводим подпись « E^2 », а в K2 вводим формулу «=J2xJ2», автозаполняем. Вводим в J45 подпись «Da», а в K45 формулу «=СУММ (K2:Kn)/n-1». Вводим в J46 подпись «Du», а в K46 вводим функцию ДИСПР, аргументом которой является «Число 1», ссылка на значения признака В2:Вn. Оценка парного коэффициента корреляции производится по формуле: «=КОРЕНЬ (1-K45/K46)». Если результат близок к 1, то это подтверждает хорошее качество модели.

Если полученные значения ошибок не содержат автокорреляции, то ими можно заменить исходные уровни ряда и в дальнейшем использовать временной ряд ошибок для анализа взаимосвязи исходного ряда и других временных рядов.

Альтернативным методом является метод наименьших квадратов, где значения временного ряда y_t рассматриваются как зависимая переменная, а время t - как объясняющая:

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t$$

где ε_t - возмущения, удовлетворяющие основным предпосылкам регрессионного анализа (случайные величины, распределение которых предполагает-

ся нормальным). При корреляционном анализе строится система нормальных уравнений, определяется коэффициент регрессии и проверяется значимость уравнения тренда по F-критерию.

Иногда строится модель регрессии с включением (явно) фактора времени и фиктивных переменных. При этом количество фиктивных переменных должно быть на единицу меньше числа моментов (периодов) времени внутри одного цикла колебаний. Каждая *фиктивная переменная* численно равна единице для данного периода и нулю для всех остальных периодов. Основным недостатком модели с фиктивными переменными является большое количество фиктивных переменных во многих случаях и тем самым снижение числа степеней свободы. В свою очередь, уменьшение числа степеней свободы снижает вероятность получения статистически значимых оценок параметров уравнения регрессии.

Быстрые однократные изменения тренда (его характера) вызываются структурными изменениями в экономике либо мощными глобальными (внешними) факторами. Выясняется, значимо ли повлияли общие структурные изменения на характер тренда. При условии значимости такого влияния (структурных изменений) на характер тренда используется кусочно-линейная модель регрессии, которая означает представление исходной совокупности данных ряда в виде двух частей. Одна часть данных моделируется просто линейной моделью с одним коэффициентом регрессии (углом наклона прямой) и представляет данные до момента (периода) структурных изменений. Вторая часть данных - это тоже линейная модель, но уже с иным коэффициентом регрессии (углом наклона).

После построения двух таких моделей (подмоделей) линейной регрессии получают уравнения двух соответствующих прямых. Если структурные изменения незначительно повлияли на характер тенденции ряда, то вместо построения точной кусочно-линейной модели вполне можно использовать единую аппроксимирующую модель, т.е. одну общую линейную зависимость (одну прямую), тоже вполне приемлемо представляющую данные в целом. Если строится кусочно-линейная модель, то снижается остаточная сумма квадратов по срав-

нению с единым для всей совокупности уравнением тренда. В то же время разделение исходной совокупности на две части ведет к потере числа наблюдений и тем самым к снижению числа степеней свободы в каждом уравнении кусочно-линейной модели. Единое уравнение для всей совокупности данных позволяет сохранить число наблюдений исходной совокупности. Выбор единого уравнения тренда, зависит от соотношения между снижением остаточной дисперсии и потерей числа степеней свободы при переходе от единого уравнения регрессии к кусочно-линейной модели.

Для оценки соотношения используется статистический *тест Грегори - Чоу*. В этом тесте рассчитываются параметры уравнений трендов, вводится гипотеза о структурной стабильности тенденции исследуемого ряда динамики. Остаточную сумму квадратов кусочно-линейной модели можно найти как сумму соответствующих сумм квадратов для обеих линейных компонент модели. Сумма числа степеней свободы этих компонент дает число степеней свободы всей модели в целом. Тогда сокращение остаточной дисперсии при переходе от единого уравнения тренда к кусочно-линейной модели - это остаточная сумма квадратов, из которой вычтены соответствующие суммы для обеих компонент кусочно-линейной модели.

После этого рассчитывается фактическое значение F-критерия по дисперсиям на одну степень свободы. Это значение сравнивают с табличным, полученным по таблицам распределения Фишера для требуемого уровня значимости и соответствующего числа степеней свободы. Если расчетное (фактическое) значение больше табличного (критического), то гипотеза о структурной стабильности (незначимости структурных изменений) отклоняется. Влияние же структурных изменений на динамику изучаемого показателя признается значимым. Таким образом, следует моделировать тенденцию ряда динамики с помощью кусочно-линейной модели. Если же расчетное значение меньше критического, то нельзя отклонять нуль-гипотезу без риска сделать неверный вывод. В этом случае следует использовать единое для всей совокупности уравнение регрессии как наиболее достоверное и минимизирующее вероятность ошибки.

Для прогнозирования применяются точечные и интервальные оценки. Процесс экстраполяции заключается в следующем:

- на основе уравнения регрессии оценивается математическое ожидание, групповая средняя, дисперсия;
- вычисляется оценка дисперсии групповой средней;
- для интервальной оценки прогноза индивидуального значения вычисляется дисперсия его оценки, а затем и сама интервальная оценка.

Задание 2. При оценивании модели временного ряда получены следующие результаты. Уравнение модели имеет вид:

$$y_t = 2 - 1.2t, \quad d=1.9 \\ (0.7)$$

На основе современных методов исследования определите, с какими из перечисленных ниже выводов следует согласиться:

- а) так как значение статистики Дарбина-Уотсона d близко к двум, автокорреляция остатков отсутствует;
- б) коэффициент модели t значим;
- в) если объем выборки d достаточно велик, значение коэффициента при t в любом случае с большей вероятностью близко к истинному;
- г) применение теста Бреуша-Годфри может выявить автокорреляцию остатков между отдаленными наблюдениями?

Методические указания.

Тест серий Бреуша-Годфри. Тест основан на идее: если имеется корреляция между соседними наблюдениями, то естественно ожидать, что в уравнении $e_t = \rho e_{t-1} + v_t, t = 1, \dots, n$.

e_t – остатки регрессии, полученные обычным методом наименьших квадратов, коэффициент ρ окажется значимо отличающимся от нуля. Преимущество теста по сравнению с тестом Дарбина-Уотсона заключается в том, что он проверяется с помощью статистического критерия, а тест Дарбина-Уотсона содержит зону неопределенности для значений статистики d . В число регрессоров

могут быть включены не только остатки с лагом 1, но и с лагом 2, 3 и т.д., что позволяет выявить корреляцию не только между соседними, но и между более отдаленными наблюдениями.

Q-тест Лююинга-Бокса. Тест основан на рассмотрении выборочных автокорреляционной $r(\tau)$ и частной автокорреляционной функцией временного ряда. Если ряд стационарный, то выборочный частный коэффициент корреляции совпадает с оценкой обычного метода наименьших квадратов коэффициента β_p в авторегрессионной модели.

Приемы устранения автокорреляции: подбор модели (авторегрессионной, скользящей средней или авторегрессионной модели скользящей средней ARMA). Подбор модели осуществляется с помощью выборочных автокорреляционной и частной автокорреляционной функций.

Задание 3. Соберите данные о ВРП на душу населения Амурской области и Хабаровского края (y_t) за 10 последних лет. Полагая, что тренд имеет линейный вид, на основе современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий оцените выполнение условий модели:

- 1) найти уравнение тренда и оценить его значимость на уровне 0,05
- 2) дать точечный и с надежностью 0,95 интервальный прогнозы среднего и индивидуального значений ВРП на душу населения на следующий год.
- 3) определить, как изменится эконометрическая модель, если в качестве факторов ввести инвестиции в основной капитал, объем выполненных работ в строительном секторе, среднедушевые денежные доходы населения, оборот розничной торговли, оборот оптовой торговли, стоимость основных фондов, объем производства продукции сельского хозяйства? Обработайте полученные результаты, систематизируйте факторы и оцените качество модели. Постройте прогноз на основе модели, которая обладает лучшими показателями качества.

Задание 4. На основе информации Министерства экономического развития Амурской области за 2007-2017 гг. охарактеризуйте инвестиционно-инновационный потенциал Амурской области. Произведите статистическое

прогнозирование экономических показателей. Рекомендуется выбрать следующие показатели для оценивания:

- ВРП на душу населения;
- внутренние затраты на НИОКР;
- инвестиции в основной капитал на душу населения (перечень показателей продолжите самостоятельно).

Для исследования необходимо на основе информационно-коммуникационных технологий:

1) построить матрицу парных коэффициентов корреляции, выявить и устранить объясняющие переменные, имеющие сильную взаимосвязь друг с другом (характеризующиеся мультиколлинеарностью). В случае обнаружения сильной корреляционной связи между факторами из модели исключается тот, взаимосвязь с объясняемым признаком наименьшая.

2) с помощью корреляционного анализа определить наиболее значимые факторы, влияющие на результативный признак;

3) построить множественную регрессию вида:

$$y = a + b_1x_1 + \dots + e,$$

где a , b_1 – коэффициенты регрессии, e – случайное отклонение.

4) оценить качество модели с помощью коэффициента детерминации, F-статистики, коэффициента Стьюдента.

5) предположить наличие нелинейной множественной регрессии, построить и оценить эконометрическую модель. Какую из двух моделей целесообразно применять для прогнозирования?

6) осуществить обработку данных и построить прогнозную модель.

7) на основе модели экономического роста А.С. Смышляева, Г.Ю. Швыркова постройте тренд и прогноз, выберите наиболее подходящий период исследования.

$$Y(t) = \alpha K(t)^\alpha L(t)^\beta e^{\lambda_1 t_1 + \lambda_2 t_2}$$

Оцените роль неидентифицируемых факторов и технического прогресса в формировании темпов экономического роста.

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1) Каким образом устраняется автокорреляция временных рядов?

2) Перечислите приемы оценки и обнаружения автокорреляции временных рядов.

3) Какую роль выполняет анализ временных рядов в экономических исследованиях пространственных данных?

4) Какие методы прогнозирования вы знаете? Как оценить достоверность прогноза?

5) Как осуществляется подбор для временного ряда модели ARMA?

Лабораторная работа № 6 по теме «Модели панельных данных и их применение в исследованиях отраслевой и региональной экономики»

Кейс-задание 1. Основным объектом исследования является уровень экономического развития, оцениваемый на основе валового регионального продукта. В качестве показателя величины региональной дифференциации используется коэффициент вариации, характеризующий наличие или отсутствие диспропорций территориального развития. Региональная динамика по массиву данных может характеризовать два противоположных процесса: межрегиональная конвергенция (сходимость) по анализируемому показателю (дифференциация падает) или дивергенция (расхождение), когда разрыв между регионами увеличивается (дифференциация растет). Для комплексного исследования необходимо:

1) собрать информацию за 2007-2017 гг. по 10 регионам Российской Федерации (на выбор):

- валовый региональный продукт, млрд. руб.;
- балансовая стоимость оборудования, млн. руб.;
- промышленное производство, млн. руб.;
- количество занятых рабочих мест, тыс. чел.

Самостоятельно выберите несколько переменных из финансовой сферы и качества жизни населения. Систематизировать переменные для анализа.

2) установить зависимую переменную и факторы (независимые), сформулируйте статистическую гипотезу, постройте модель линейной регрессии;

3) оценить модель панельных данных с фиксированными эффектами и модель панельных данных со случайными эффектами;

4) найдите теоретические ковариационные матрицы для моделей с фиксированными и случайными эффектами;

5) проанализировать и обобщить полученные результаты, сформулировать выводы относительно региональной дифференциации.

Методические указания.

Панельные данные сочетают пространственные выборки и временные ряды. Панельные данные в некоторых случаях являются единственным средством, с помощью которого выполняется эмпирическое обоснование теории. Наиболее значимый вклад в изучение панельных данных внесли М. Вербик, Т.А. Ратникова, Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, Р.Р. Тухфатулин и т.д.

При оценке модели с фиксированными эффектами моделируется неоднородность, которая отражается в значениях коэффициента a_i :

$$Y_x = a_1 l_1 + a_2 l_2 + \dots a_n l_n + c + b_1 X_1 + b_1 X_2 \dots$$

где a_i – МНК - оценки параметров модели перед фиктивными переменными-фильтрами l_i для i -ой области, b_j – МНК-оценки параметров моделей перед j -ой независимой переменной.

Модель со случайными эффектами:

$$Y_x = a_1 r_1 + a_2 r_2 + \dots a_n r_n + c + b_1 X_1 + b_1 X_2 \dots$$

где a_i – МНК - оценки параметров модели перед фиктивными переменными-фильтрами r_i для i -ой области, b_j – МНК-оценки параметров моделей перед j -ой независимой переменной.

Основными параметрами оценки являются:

внутригрупповое и межгрупповое среднее значение;

внутригрупповые и межгрупповые оценки;

R^2 – для оценки качества подгонки фактических и расчетных значений, коэффициент регрессии,

F-статистика – для проверки соответствия выбранной математической формы исходным данным,

t-статистика – для проверки значимости факторов в модели;

статистика Дарбина-Уотсона – для проверки наличия автокорреляции остатков;

матрица парных коэффициентов корреляции между факторами – для проверки наличия мультиколлинеарности;

F-тест – для проверки наличия лишних переменных в регрессии;

теоретические ковариационные матрицы;

тест Хаусмана для выбора модели;

тест множителей Лагранжа (Бройша-Пагана);

Для проверки нулевой гипотезы, предполагающей отсутствие фиксированных групповых эффектов, используются случайные величины, распределенные по закону Фишера. Расчет производится по формуле:

$$F_{набл} = \frac{R_1^2 v_2}{R_0^2 v_1}$$

R_0^2 - коэффициент детерминации, соответствующий модели, которая не учитывает структурную форму панельных данных, R_1^2 - коэффициент детерминации, соответствующий модели с фиксированными эффектами, $v_1 = n - 1$, $v_2 = nT - n - K$ - число степеней свободы, n – число панелей, T – временной промежуток, K – число независимых переменных.

Задание 2. Имеется модель производственной функции Кобба-Дуглага предприятий промышленной отрасли региона:

$$Q = AK^\alpha L^\beta$$

где Q – объем выпуска продукции; K – капиталовложения; L - трудозатраты, α , β - показатели эластичности, которые требуется оценить.

Для исследования необходимо:

1) собрать информацию за 2007-2017 гг. по 4 крупным предприятиям Амурской области;

2) систематизировать данные, на основе современных информационно-коммуникационных технологий построить и оценить модель с фиксированными и случайными эффектами;

3) рассчитать средневзвешенные межгрупповые и внутригрупповые оценки, проанализировать результаты;

4) сравнить модели с фиксированными эффектами и объединенной регрессией;

5) с помощью теста Хаусмана выберите наиболее адекватную модель.

6) проведите для рассматриваемой модели F-тест, тест множителей Лагранжа (Бройша-Пагана). Найдите соответствующие уровни значимости. Объясните полученные результаты.

Методические указания.

Статическая модель панельных данных применяется, если объекты существенно индивидуальны, случайно выбраны из однородной совокупности. Для выбора модели (модель с фиксированными или случайными эффектами) применяются статистические тесты. Выбор делается в пользу случайного эффекта, если принимается гипотеза H_0 :

$$r(\alpha_i, X_{it}) = 0.$$

Проверку гипотезы H_0 можно осуществить с помощью теста Хаусмана.

Задание 3. По панельным данным оценки вложений в основной капитал регионов была оценена модель:

$$x_{it} = az_{it} + f_i + \varepsilon_{it},$$

где z_{it} - скалярная переменная. Получены следующие оценки коэффициентов и их стандартные ошибки (указаны в скобках):

$$\alpha_{me} = 0,11012(0,04412),$$

$$\alpha_{фв} = 0,04813(0,02429),$$

$$\alpha_{фз} = 0,0635(0,02137).$$

На основе применения современных информационно-коммуникационных технологий вчислите статистику Хаусмана для нулевой гипотезы, если z_{it} и f_i некоррелированы. Следует ли принять или отвергнуть нулевую гипотезу?

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1) Какие источники панельных данных вы знаете?

2) Какими свойствами обладают ошибки в регрессии, построенной по объединенным по времени независимым одномоментным данным? Что дают эти свойства?

3) Каким образом модель панельных данных проверяется на гетероскедастичность? Какие проблемы могут возникать из-за гетероскедастичности?

4) Если первые разности ошибок $\Delta \varepsilon_{it}$ имеют значимо отрицательный коэффициент автокорреляции первого порядка, с чем это может быть связано? какие проблемы могут возникнуть из-за автокорреляции?

5) Какие преимущества может дать использование сбалансированных панельных данных по сравнению с несбалансированными?

6) Сформулируйте модель панельных данных, в которой не только уровень объясняемой переменной разный для разных экономических единиц, но и влияние факторов может различаться.

7) Модель панельной регрессии с фиксированными эффектами оценки с помощью фиктивных переменных. Фиктивные переменные оказались в совокупности незначимыми. Какой вид должна иметь модель? Предложите способ оценки модели.

8) Как можно формально записать гипотезу об отсутствии эффектов экономических единиц в модели со случайными эффектами? С помощью какой статистики ее можно проверить?

9) Предположим, что проведен F-тест для равенства нулю фиксированных эффектов в модели панельных данных и нулевая гипотеза была принята. С какой моделью в этом случае следует работать? Запишите модель формально с пояснением обозначений.

Лабораторная работа № 7 по теме «Динамические модели панельных данных»

Кейс-задание 1. Проводится анализ уровня безработицы на региональном уровне. К регрессорам, позволяющим учитывать неравновесные эффекты безработицы, относят рост занятости (отрицательное влияние). Доля пожилых людей увеличивает уровень безработицы. Для анализа уровня безработицы в качестве факторов необходимо учитывать уровень образования, характеризующий качество человеческого капитала. Факторы, объясняющие уровень безработицы с точки зрения теории о ее равновесном уровне: ВРП на душу населения, плотность населения, доля занятых в сельскохозяйственной, промышленной, строительной отрасли, торговли и других отраслях, средняя региональная оплата труда. Для комплексного исследования необходимо:

1) собрать информацию из статистических источников за 2010-2017 гг. по 2 регионам Дальневосточного Федерального округа Российской Федерации (условие: регионы должны обладать разным уровнем инвестиционного климата);

2) установить зависимую переменную и факторы (независимые), проверить факторы на мультиколлинеарность, сформулировать статистическую гипотезу;

3) с помощью индексов Морана и Гири проанализировать пространственную корреляцию;

4) на основе информационно-коммуникационных технологий построить статическую модель с пространственным лагом зависимой переменной и пространственной структурой с фиксированными временными и индивидуальными факторами;

5) построить и оценить динамическую модель панельных данных с пространственным лагом зависимой переменной с фиксированными временными и индивидуальными эффектами, оценить прямые и косвенные эффекты;

б) проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы относительно причин безработицы в данных регионах. Какое влияние оказывают отраслевые факторы?

7) сделать вывод относительно выполнения на практике основных положений теорий о равновесной и неравновесной безработицы в регионах;

8) добавьте в динамическую модель число мигрированных в регион и число зарегистрированных фирм в регионе, оцените ее обобщенным методом моментов.

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1) Какие параметры в динамической модели характеризуют пространственное взаимодействие регионов? Подтвердилась ли гипотеза о пространственном влиянии соседних регионов на безработицу данного региона?

2) При включении пространственных лагов на уровень безработицы региона i какие регрессоры оказывают влияние?

3) Наблюдается ли эффект миграции из менее инвестиционно-привлекательного региона в более привлекательный?

4) Какие факторы оказывают наибольшее влияние на уровень безработицы?

5) Наблюдается ли зависимость уровня безработицы от пространственного лага? Какой коэффициент об этом свидетельствует?

б) Какое влияние оказывает средняя региональная оплата труда? Рост занятости?

Методические указания.

Выделяют три типа пространственной зависимости, которые могут отразить связь между наблюдением с определенным местоположением и наблюдениями с другим местоположением:

- влияние Y других регионов на Y данного региона;
- влияние X других регионов на Y данного региона;
- пространственная зависимость ошибок.

Динамическая модель с лаговой зависимой переменной и пространственным лагом имеет следующий вид:

$$Y_t = \tau Y_{t-1} + \rho WY_t + X_t \beta + \mu + \gamma_t l_N + \varepsilon_t, t = 1, \dots, T.$$

где Y_t - вектор зависимых переменных размерности (N x 1), X_t - матрица регрессоров размерности (N x k), μ - вектор индивидуальных эффектов размерности (N x 1), l_N - единичный вектор размерности (N x 1), γ обозначает временные эффекты, ρ - пространственный авторегрессионный коэффициент, λ - пространственный автокорреляционный коэффициент, Y_{t-1} - лаг зависимой переменной, τ - коэффициент перед динамическим лагом, $\varepsilon_{it} \approx iid(0, \sigma^2)$.

Коэффициенты ρ и λ характеризуют пространственное взаимодействие, положительный коэффициент ρ позволяет оценить соблюдение гипотезы о влиянии соседних регионов на уровень безработицы данного региона.

Предполагается, что W – экзогенная неотрицательная взвешивающая матрица размерности (M x N), которая отображает пространственную взаимосвязь между регионами. Вектор WY_t - пространственный лаг зависимой переменной, позволяющий выявить влияние исследуемого показателя других регионов на исследуемый объект данного региона. Вектор WY_t - пространственный лаг регрессоров, позволяющий оценить влияние экзогенных характеристик других регионов на Y данного региона. WY отражает пространственную структуру ошибок.

Методы оценивания динамической модели панельных данных:

1. Метод максимального правдоподобия (Yu et al, 2008, Lee, Yu, 2010).
2. Обобщенный метод моментов для систем уравнений на основе подхода Ареллано-Бонда (Arellano, Bond, 1991, Blundell, Bond, 1998).
3. Байесовский подход и метод Монте-Карло по схеме марковской цепи.

Для изучения квадратичной зависимости Y от пространственного лага WY применяется следующая модель:

$$Y_t = \tau_1 Y_{t-1} + \tau_2 H_{e-2} + \rho_1 WY_t + \rho_2 WY_t^2 + X_t \beta + \mu + \gamma_t l_N + \varepsilon_t, t = 1, \dots, T.$$

где WY_t^2 - квадрат взвешенной суммы уровней безработицы остальных регионов.

Для исследования квадратичной зависимости применяется обобщенный метод моментов.

Индекс Морана, позволяющий изучить пространственные эффекты, рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (u_i - \bar{u})(u_j - \bar{u})}{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2},$$

где u_i и u_j - уровни безработицы в регионах i и j соответственной, \bar{u} - средний по n регионам уровень безработицы; w_{ij} - элемент пространственной взвешивающей матрицы, отображающей тесноту пространственной связи между регионами j и i , n - общее число регионов.

Индекс пространственной корреляции Гири рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (u_i - u_j)^2}{2W \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}$$

где W обозначает сумму по всем w_{ij} .

Индекс Морана принимают значения в интервале $[-1; 1]$, значения близкие к 1 свидетельствуют о высокой пространственной корреляции. Индекс Гири принимает значения в интервале $[0; 2]$, где значения от 0 до 1 обозначают наличие положительной пространственной корреляции, а значения от 1 до 2 свидетельствуют об отрицательной пространственной корреляции. Индексы являются глобальными мерами пространственной автокорреляции. Глобальный индекс выражает общую степень сходства близких регионов в исследуемой области по переменной Y , в то время как локальный индекс рассчитывается для каждого наблюдения и показывает степень сходства каждого региона с соседними регионами.

Кейс-задание 2. Важной задачей разработки инновационной политики региона является выявление наиболее значимых факторов, стимулирующих инновационное развитие. Способность экономики каждого региона к восприятию и адаптации новых знаний, а также уровень инновационной активности в соседних по отношению к нему регионах определяется возможностью и масштабы диффузии знаний и технологий. На основе предлагаемого списка переменных (факторов), оказывающих воздействие на инновационное развитие региона требуется:

1) Разработать и оценить эмпирически модель:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + X_{it}\beta + Z_{\mu}\mu + v_{it}$$

где i - номер региона, t - период времени, Z_{μ} - матрица региональных дамми-переменных, μ - фиксированные эффекты, X - матрица размером $k \times N$ для k переменных и их значений для N регионов; β - вектор коэффициентов размером $k \times 1$, v - вектор остатков размером $N \times 1$.

2) Определить переменные, включаемые в модель. Какая структура будет являться оптимальной? Для решения воспользуйтесь информационными критериями ВИС и Хэннан-Куинна.

3) На основе метода инструментальных переменных дать оценку эффективности динамической модели. С помощью теста Хаусмана подтвердить значимость фиксированных эффектов.

4) Протестировать модель, используя обобщенный метод моментов.

Список тестируемых переменных

Группы факторов	Показатели
1	2
Уровень конкуренции на рынке инновационной продукции	Доля организаций, осуществляющих инновационную деятельность в общем числе организаций
	Логарифм внутренних затрат на исследования и разработки (в то числе по видам затрат)
	Доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки в общем числе организаций
	Логарифм количества поданных заявок на выдачу патентов на изобретения
	Логарифм количества выданных патентов на изобретения
Развитие малого предпринимательства	Логарифм числа используемых передовых производственных технологий
	Доля малых предприятий в регионе
	Доля выпуска малых предприятий в валовом региональном продукте (ВРП)

1	2
Инвестиционная активность	Логарифм объема инвестиций в основной капитал организаций
	Доли инвестиций в основной капитал организаций по различным видам деятельности
	Доли инвестиций в основной капитал организаций по формам собственности (государственная, муниципальная, частная смешанная)
	Логарифм объема прямых зарубежных инвестиций
	Логарифм объема портфельных зарубежных инвестиций
	Логарифм объема прочих зарубежных инвестиций
Финансовое состояние предприятий	Доли инвестиций в основной капитал организаций по источникам финансирования (собственные и привлеченные средства, включая кредиты банков и средства бюджетов)
	Логарифм сальдированного финансового результата деятельности организаций
	Доля прибыли организаций в ВРП
	Логарифм задолженности организаций по кредитам (в рублях)
Развитие инфраструктуры	Логарифм задолженности организаций по кредитам (в иностранной валюте)
	Логарифм густоты железнодорожных путей общего пользования (км путей на 10 000 кв. км территории)
	Логарифм густоты автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км дорог на 1000 кв. км территории)
	Логарифм объема отправления грузов железнодорожным транспортом общего пользования (млн т)
	Логарифм объема перевозки грузов автомобильным транспортом общего пользования (млн т)
	Логарифм доходов от услуг связи населению в расчете на одного жителя
	Логарифм числа телефонных аппаратов сети общего пользования на 1000 человек населения
	Доля абонентов сотовой связи в общей численности населения региона
	Форма собственности
Доля филиалов кредитных организаций в общем числе организаций в регионе	Доля приватизированных государственных и муниципальных организаций в общем числе организаций в регионе
	Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общей численности населения региона
	Доля выпускников негосударственных вузов в общей численности населения региона
	Доля выпускников государственных и муниципальных средних специальных учебных заведений в общей численности населения региона
	Доля выпускников негосударственных средних специальных учебных заведений в общей численности населения региона
Условия для генерации, восприятия и адаптации новых знаний и технологий	Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общем выпуске специалистов вузами

1	2
	<p>Доля выпускников государственных и муниципальных средних специальных учебных заведений в общем выпуске специалистов средними специальными учебными заведениями</p> <p>Логарифм численности сотрудников организаций, занятых исследованиями и разработками</p> <p>Логарифм приема и выпуска из аспирантуры в регионе</p> <p>Логарифм приема и выпуска из докторантуры в регионе</p> <p>Доля экспорта в страны дальнего зарубежья в ВРП</p> <p>Доля импорта из стран дальнего зарубежья в ВРП</p> <p>Доля экспорта в страны СНГ в ВРП</p> <p>Доля импорта из стран СНГ в ВРП</p> <p>Логарифм числа соглашений на экспорт технологий и услуг технического характера (млн руб.)</p> <p>Логарифм стоимости предмета соглашений на экспорт технологий и услуг (млн руб.)</p> <p>Логарифм поступления средств от экспорта технологий и услуг (млн руб.)</p> <p>Логарифм числа соглашений на импорт технологий и услуг (млн руб.)</p> <p>Логарифм стоимости предмета соглашений на импорт технологий и услуг (млн руб.)</p> <p>Логарифм поступления средств от импорта технологий и услуг (млн руб.)</p>
<p>Инновационная активность в соседних регионах</p>	<p>Логарифм объема инновационной продукции в соседних регионах</p> <p>Логарифм внутренних затрат на исследования и разработки в соседних регионах</p> <p>Доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки в общем числе организаций в соседних регионах</p> <p>Логарифм количества выданных патентов на изобретения в соседних регионах</p> <p>Логарифм числа используемых передовых производственных технологий в соседних регионах</p> <p>Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общей численности населения в соседних регионах</p> <p>Логарифм численности сотрудников организаций, занятых исследованиями и разработками организаций в соседних регионах</p>
<p>Индикаторы социально-экономической среды в регионе («контрольные переменные»)</p>	<p>Логарифм ВРП</p> <p>Логарифм ВРП на душу населения</p> <p>Логарифм валового накопления основного капитала</p> <p>Логарифм доходов консолидированного бюджета субъекта РФ</p> <p>Доля численности занятого населения в общей численности населения региона</p> <p>Доля городского населения в общей численности населения региона</p> <p>Доля безработных в общей численности экономически активного населения</p> <p>Логарифм потребности в работниках, заявленной в органы государственной службы занятости</p> <p>Логарифм числа зарегистрированных преступлений на 100 000 чел. населения</p>

Задание 3. Рассматривается модель бинарного выбора с панельными данными:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$y_{it} = 1, \text{ если } y_{it} \geq 0$$

$$y_{it} = 0, \text{ если } y_{it} < 0.$$

где x_{it} - доход i -го домашнего хозяйства региона ($i=1, \dots, 10$) в период наблюдения t ($t=1, \dots, 5$), y_{it} - участие в паевом фонде ($y_{it} = 1$, в случае участия).

Данные исследования приведены в таблице:

Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x										
1	300/0	180/0	1200/1	1400/1	280/0	130/0	1500/1	1200/1	300/0	560/0
2	500/1	200/0	1300/1	1500/1	300/0	140/0	1600/1	1200/1	300/0	680/0
3	520/1	300/0	0/1	1500/1	380/0	160/0	1500/1	1200/1	300/0	700/1
4	500/1	500/0	0/0	1500/1	380/0	180/0	1500/1	1200/1	300/0	700/1
5	400/1	500/1	800/0	1500/0	380/0	200/0	1400/1	1200/1	300/0	650/1

На основе современных методов и информационно-коммуникационных технологий построить функцию правдоподобия для модели.

Методические указания.

Модель бинарного выбора:

$$P(y_i = 1) = F(x, \beta)$$

Линейная бинарная модель с дискретными зависимыми переменными:

$$P(y_i = 1) = \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji}$$

где β_1, \dots, β_k - параметры модели, соответствующие регрессорам X_1, \dots, X_k .

Объясняемая переменная (Y_i) принимает два значения 0 и 1. 1 соответствует положительному решению, а 0 – отрицательному. Величина y принимает одно из своих возможных значений под воздействием факторов X_1, \dots, X_k , которые могут принимать непрерывные значения.

Задание 4. Имеются следующие данные наблюдений по затратам индивидуумов региона на приобретение ценных бумаг и получаемых по ним доходам:

Затраты	100	85	90	500	0	0	300	0	200	300
Доход	1050	980	960	5600	300	250	3200	340	2500	3600

Требуется составить tobit-модель и записать для нее функцию правдоподобия. Используйте эконометрические методы и информационно-коммуникационные технологии.

Методические указания.

Дж. Тобин предложил модель вида:

$$y_i = \begin{cases} y_i^a, & \text{если } y_i^a > 0; \\ 0, & \text{если } y_i^a \leq 0, \end{cases}$$

где y_i^a - ненаблюдаемая величина, удовлетворяющая стандартному уравнению регрессии:

$$y_i^a = x_i' \beta + \varepsilon_i.$$

Тобит-модель исследует цензурированную выборку. Такие выборки используются, если для части наблюдений фиксируется не истинное значение зависимой переменной, а некоторое ее усеченное значение.

1.5. Рекомендации по подготовке к обсуждению проблемных вопросов

В конце лабораторных занятий делается краткий опрос, позволяющий оценить понимание материала и проверить самостоятельное решение задач. При подготовке к опросу аспирант должен самостоятельно проработать и составить конспект рекомендованной учебной литературы и выполнить задания лабораторной работы, ответить на дополнительные вопросы для обсуждения. При этом необходимо составить план-конспект ответа на вопросы, изложить кратко тезисы, которые позволят успешно выполнить лабораторные работы. При работе с рекомендованной литературой, необходимо оценивать ее критически и дополнять современными источниками. В ходе опроса

приветствуется активное участие в обсуждении, изложение собственной позиции по проблемным вопросам, способность находить эффективные решения поставленных проблем, используя проанализированный материал.

Предполагается взаимопонимание в оценке некоторого положения дел и наличие разногласий относительно одной и той же ситуации. Общий предмет диалога выражается при помощи некоторой совокупности проблем, все из которых содержит в себе противоречие между знанием и незнанием и побуждение к его решению. При проведении дискуссии необходимо критически относиться к высказываниям и взглядам оппонентов. Участники дискуссии должны уметь свободно выражать разные взгляды, соблюдать автономность сторон, недопустимость диктата.

Требования к формулируемым ответам:

1) Ответ должен даваться по существу. Это требование выполнимо, если ответ формулируется на языке вопросов, соответствует его основе и области неизвестной, не содержит избыточной данных. Ясность, точность и однозначность ответа во многом зависит от того, как отвечающий понимает проблемы, а понимание - от того, насколько его основа и сфера неизвестной делают явным предполагаемое знание, применяемое при формулировке вопросов.

2) Ответ должен снижать неопределенность вопросов, быть информативнее его.

3) При некорректной постановке вопросов ответ должен заключаться в указании на эту некорректность (к примеру, проблемы неясна, уже известен ответ, пока нет средств для ответа, ложны предпосылки).

Требования к тезису аргументации:

1) Тезисом становится не всякий прямой ответ на обсуждаемую проблему, а только тот, который вызывает определенное сомнение у участников обсуждения.

2) Тезис должен излагаться ясно, точно, однозначно и лаконично.

3) Тезис должен быть правильно понят участниками обсуждения. Чтобы выяснить, насколько правильно понят тезис, необходимо найти ответ на три

вопросов: все ли значения слов и выражений тезиса известны и понятны; отчетливыми ли являются количественные характеристики тезиса; об установлении какой ценностной характеристики обязана идти речь при аргументации тезиса (несомненной истинности, несомненной ложности, вероятности в той либо иной степени).

4) Тезис должен оставаться одним и тем же на протяжении всего процесса обсуждения. Это не обозначает, что он не может уточняться. Но если он принят к рассмотрению, то должен подчиняться требованию тождественности самому себе.

б) Тезис должен быть логически связан с тезисом другого участника обсуждения.

Требования к аргументам:

1) Аргументы должны быть истинными высказываниями. В объяснении, подтверждении могут применяться гипотетические аргументы.

2) Аргументы должны быть суждениями, анализ которых с позиции истинности, ложности, вероятности определяется независимо от тезиса. При нарушении этого требования возникает ошибка, называемая «порочный круг в аргументации».

3) В доказательствах и опровержениях аргументы должны быть достаточными для принятия тезиса.

1.6. Рекомендации по работе с литературой, информационной базой и интернет-ресурсами

Одним из условий успешного обучения является умение подбирать литературу для выполнения учебных занятий. Видами литературных источников, которые должны уметь пользоваться аспиранты являются: монографии, брошюры, сборники научных статей, журнальные статьи, рецензии, аннотации, тезисы доклада, учебные и методические пособия.

По дисциплине аспиранты должны использовать учебную литературу, изданную не ранее 5 последних лет. В первую очередь следует руководствоваться основной литературой, дополнительная литература предназначена для

повышения качества знаний аспирантов, расширения его кругозора. При подготовке к лабораторным работам и самостоятельной работе аспирант должен:

полностью прочитать теоретический материал и методические, нормативные положения;

составить краткий обзор и выделить основные тезисы;

осмыслить и самостоятельно разобрать вопросы, требующие самостоятельного изучения.

Современным способом поиска информации является Электронно-библиотечная система (ЭБС). ЭБС – это предусмотренный федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования обязательный элемент библиотечно-информационного обеспечения обучающихся вузов, представляющий собой базу данных, содержащую издания учебной, учебно-методической и иной литературы, используемой в образовательном процессе. Важным элементом культуры учебной деятельности является умение находить, накапливать, систематизировать источники информации. Для работы аспирант может воспользоваться приемом создания картотеки, которая позволяет планомерно накапливать информацию и экономить время на поиск литературы, рационально организовать самостоятельную работу. Умение вести картотеку, поиска необходимых источников для учебной работы и научных исследований позволяет аспиранту умело ориентироваться в большом потоке учебной информации, своевременно подбирать к учебным занятиям соответствующий материал.

Изучение литературы при подготовке к различным видам занятий сопровождается записями. Конспектирование – процесс мыслительной переработки и письменной фиксации читаемого текста, результатом которого является запись в форме конспекта. Специальная переработка информации определяется как «свертывание» способствует глубокому пониманию и прочному усвоению изучаемого материала, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важнейших теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать, ясно излагать своими словами.

Осмыслению, пониманию и запоминанию учебного материала способствует составление конспекта – систематизированной, логически связанной записи прочитанного. Этапы составления конспекта:

1) прочтение учебной литературы, пометки на полях и выделение наиболее важных мыслей;

2) краткая запись, пересказ своими словами на основе прочитанного и сделанных пометок.

Рекомендуется использовать логические схемы, которые позволяют наглядно представить логические схемы, делающие наглядным ход мысли автора источника. Наиболее важные положения изучаемой работы (определения, выводы и т.д.) желательно записать в виде точных цитат, указывая страницы источника. Следует помнить, что целью конспектирования является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Конспект должен сочетать полноту изложения и краткость. Выделяют следующие формы ведения записей:

- план (простой или развернутый) – краткая форма записи прочитанного, включает перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Раскрывает логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании произведения. Форма плана не исключает цитирования отдельных мест, обобщения материалов;

- выписки – цитаты или дословное изложение материала из источника, краткое, близкое к дословному изложению мест из источника, данное в понимании аспиранта. Достоинство заключается в точности воспроизведения авторского текста, накоплении фактического материала, удобстве использования при компоновке. Выделяя из прочитанного текста самое главное, аспирант глубже понимает прочитанный текст. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей страницы.

- тезисы – сжатое изложение мыслей и положений прочитанной материала.

- аннотация – краткое изложение содержания прочитанной работы, составляется после полного прочтения и глубокого осмысливания изучаемого произведения.

- резюме – краткая оценка прочитанного произведения, отражает наиболее общие выводы и положения, концептуальные итоги.

Основные требования к составлению конспекта – краткость, четкость формулировок, обобщение теоретических положений. При конспектировании текст должен быть обработан так, чтобы не искать его основного смысла. Конспектирование способствует глубокому пониманию и прочному усвоению изучаемого материала, помогает выработать навыки правильного изложения в письменной форме важнейших теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать, ясно излагать своими словами. Сокращение осуществляется путем переформулирования и выделения ключевых слов с последующим отбрасыванием второстепенной информации. Выбор ключевых слов позволяет сжать и свернуть текст примерно наполовину. Выделяют следующие виды конспектов: план-конспект, текстуальные, свободные, тематические. План-конспект составляется на основе созданного плана. Каждый вопрос плана раскрывается необходимой информацией в виде цитат, таблиц, схем или свободного изложения текста. Если какой-то пункт плана не требует дополнений и разъяснений, то он может не сопровождаться дополнительной информацией. Составление такого конспекта формирует умение последовательно и четко излагать свои мысли, обобщать содержание учебника или книги. Короткий план-конспект – незаменимое пособие в тех случаях, когда требуется подготовить доклад, выступление или ответ по какой-либо проблеме.

Текстуальный конспект – набор цитат, связанных друг с другом логическим переходом. Конспект представляет собой источник дословных высказываний автора, помогает выявить и проанализировать спорные моменты. Данный вид конспекта используется для сравнительного анализа различных точек зрения, высказывания разных авторов по проблеме. Написание текстуальных кон-

спектов требует определенных умений быстро и правильно определить главную мысль текста, подобрать цитату.

Свободный конспект сочетает выписки, цитаты и собственные формулировки. Часть текста может быть представлена в виде структурно-логических схем, рисунков, таблиц. Составление такого конспекта развивает способность кратко формулировать собственные мысли, обосновывать и аргументировать основные положения текста, способствует изучению учебного материала, расширению запаса терминов. Свободный конспект является наиболее ценным при самостоятельном изучении учебных дисциплин. Последовательность составления конспекта – прочитать, понять, осмыслить, четко и кратко записать. Тематический конспект разрабатывается для углубленного изучения и осмысления узко специализированного вопроса или темы. Он не отражает всего содержания прочитанного материала одного или нескольких источников. Аспирант обычно делает записи только тех положений, которые имеют отношение к рассматриваемой теме, помогает ее всесторонне обдумать, проанализировать имеющиеся точки зрения на ее решение, активизировать собственные знания по данной теме.

Конспект составляется после полного прочтения изучаемого материала и включает тезисы, краткие записи положений, выводов, доказательств, фактического материала, выписки, дословные цитаты, цифровой материал, примеры, таблицы, схемы и т.п. При конспектировании необходимо указать фамилию автора изучаемого материала, полное название работы, место и год издания. Целесообразно выделять дискуссионные вопросы, нерешенные проблемы, попытаться высказать свое отношение к ним. Привести и аргументировать свою точку зрения или отметить, какой из имеющихся в литературе точек зрения по данной проблематике поддерживается автор и почему.

Интернет-ресурсы для работы со статистическими данными и иным аналитическим материалом:

Сайт Министерства Финансов www.minfin.ru

Сайт Федеральной службы государственной статистики www.gks.ru

Сайт Министерства РФ по развитию Дальнего Востока <https://minvr.ru/>

Инвестиционный портал Амурской области

http://invest.amurobl.ru/info/18_Investor_tor.html

Сайт Амурстата <http://amurstat.gks.ru>

Сайт Правительства Амурской области <http://www.amurobl.ru/>

Сайт Агентства стратегических инициатив <https://asi.ru/>

Сайт Высшей школы экономики <https://www.hse.ru>

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕМУ И ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

2.1 Рекомендации по работе с тестовой системой курса

При работе с тестами необходимо ознакомиться с лекциями, выполнить лабораторные работы. Следует особое внимание уделить математическому выражению эконометрических моделей, основным теориям. В тесты включены расчетные мини-задачи, требующие понимания практического применения и реализации моделей.

Примеры тестов по теме «Модели линейной и множественной регрессии в региональных и отраслевых исследованиях»

1. В результате исследования влияния факторов на экономический рост, по 64 регионам получена следующая оценка уравнения регрессии:

$$y = 1.4 + 0.52x_1 + 11.16x_2 + 9.42x_3$$

(0,6) (0,48) (3,91) (4,109)

$$R^2 = 0,6$$

Где y – темпы экономического роста региона (темпы роста ВРП на душу населения, в % к базисному периоду;

X_1 – реальный ВРП на душу населения, %

X_2 – объем инвестиций, % к ВРП

X_3 – объем промышленной продукции, % к ВРП

Модель оказалась значимой. Укажите факторы, оказывающие существенное влияние на темпы экономического роста на уровне значимости $\alpha = 0,05$

А) объем инвестиций, % к ВРП;

Б) объем инвестиций, % ВРП и объем промышленной продукции к ВРП;

В) реальный среднедушевой ВРП, % и объем промышленной продукции, % к ВРП;

Г) реальный среднедушевой ВРП, %

Если $t_{кр}(0,05,60) = 2,0003$, $t_{кр}(0,05,61) = 1,9996$, $t_{кр}(0,05,62) = 1,9989$

$t_{кр}(0,05,56) = 2,0030$

2. По данным n регионов получена линейная регрессионная зависимость y - объема реализации медикаментов на одного жителя в зависимости от доли городского населения x_1 и других $x_2 \dots x_k$ факторов. Начиная с какого уровня значимости α можно утверждать, что y зависит от доли городского населения x_1 , если $n=25$, $k=4$,

$$y = 10.9 + 0.08x_1 + \dots$$

(0,04)

А) 0,1; Б) 0,05; В) 0,02; Г) 0,01

Если $t_{кр}(0,1,20) = 1,725$, $t_{кр}(0,05,20) = 2,086$, $t_{кр}(0,02,20) = 2,528$, $t_{кр}(0,01,20) = 2,845$

3. Пространственную структуру статистических данных можно учитывать с помощью моделей:

А) временных рядов, Б) регрессионных моделей с переменной структурой;

В) регрессионных моделей с географически взвешенными коэффициентами

4. Принадлежность объектов исследования к однородной территориальной зоне можно отражать с помощью:

А) коэффициента детерминации;

Б) коэффициента зонирования;

В) парного коэффициента корреляции;

Г) коэффициента регрессии.

5. Для учета влияния качественного признака на структуру модели фиктивные переменные вводятся:

А) аддитивно-линейно; Б) мультипликативно-линейно;

В) в зависимости от характера связи между переменными

Г) нелинейно

6. Коэффициенты модели географически взвешенной регрессии характеризуют:

А) временную вариацию;

Б) географическое измерение объектов

В) пространственно-временную вариацию

7. При исследовании зависимости цены однокомнатной квартиры от ее полезной площади (панельный, кирпичный, «хрущевка») была получена следующая модель:

$$y = 320 + 500x + 2200d_1 + 1600d_2$$

$$\text{Где } d_1 = \begin{cases} 1, \text{ для } _ \text{панельного } _ \text{дома} \\ 0, \text{ для } _ \text{остальных } _ \text{типов } _ \text{домов} \end{cases}$$

$$d_2 = \begin{cases} 1, \text{ для } _ \text{кирпичного } _ \text{дома} \\ 0, \text{ для } _ \text{остальных } _ \text{типов } _ \text{домов} \end{cases}$$

Регрессионная зависимость цены однокомнатной квартиры от ее полезной площади для панельных типов домов будет иметь вид:

А) $y = 320 + 500x + 2200d_1$

Б) $y = 320 + 500x$

В) $y = 2520 + 500x$

Г) $y = 1920 + 500x$

8. Если качественная переменная имеет p градаций, то для отражения ее влияния на структуру регрессионной связи необходимо ввести:

А) 1 фиктивную переменную

Б) $p-1$ фиктивных переменных

В) p фиктивных переменных

Г) $p+1$ фиктивных переменных

9. Рассматривается регрессионная модель $y = 56.6 - 21.6d_1 - 10.1d_2$

Где y – процент рабочих ручного труда в общей численности рабочих,
 d – уровень автоматизации производства;

$$d_1 = \begin{cases} 1, \text{ для } _ \text{предприятий } _ \text{с } _ \text{высоким } _ \text{уровнем } _ \text{автоматизации} \\ 0, \text{ для } _ \text{остальных } _ \text{предприятий} \end{cases}$$

$$d_2 = \begin{cases} 1, \text{ для } _ \text{предприятий } _ \text{со } _ \text{средним } _ \text{уровнем } _ \text{автоматизации} \\ 0, \text{ для } _ \text{остальных } _ \text{предприятий} \end{cases}$$

Чему равен средний процент рабочих ручного труда на предприятиях с низким уровнем автоматизации производства:

А) 0; Б) 10,1; В) 56,6; Г) 21,6

10. Если по t-критерию большинство коэффициентов регрессии статистически незначимы, а модель в целом по F-критерию значима, то можно сделать предположение:

- А) о наличии мультиколлинеарности;
- Б) о наличии автокорреляции;
- В) о наличии гетероскедастичности
- Г) об отсутствии мультиколлинеарности.

11. По оценкам дисперсии удельных денежных сбережений населения региона при фиксированных значениях величины семейных среднедушевых доходов x , приведенным в таблице

i	1	2	3	4	5
X_i	40	80	120	160	200
$S(x) = \sqrt{D(\varepsilon / x_i)}$	5.4	14	20.5	25.6	28
$S^2(x) = D(\varepsilon / x_i)$	29.16	196	420.25	655.36	784

Можно выделить гипотезу:

- А) о наличии гетероскедастичности
- Б) о наличии положительной автокорреляции
- В) о наличии гомоскедастичности
- Г) о наличии отрицательной автокорреляции

12. Наличие положительной (отрицательной) автокорреляции первого порядка подтверждается при заданных:

- уровне значимости $\alpha = 0,05$,
- объеме выборки $n=20$,
- числе объясняющих переменных $k=2$

Если наблюдаемое значение статистики Дарбина-Уотсона равно

А) 1,03; Б) 1,68; В) 2,4; Г) 1,35

При $\alpha = 0,05$, $n = 20$, $k=2$, $d_n=1,10$, $d_v = 1,54$

При $\alpha = 0,05$, $n = 20$, $k=1$, $d_n=1,20$, $d_v = 1,41$

При $\alpha = 0,05$, $n = 17$, $k=2$, $d_n=1,02$, $d_v = 1,54$

13. Взвешенный метод наименьших квадратов, используемый для оценки коэффициентов географически взвешенной регрессии, исходит из критерия:

А) $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \min$

Б) $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \max$

В) $\sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_i) \left[y_j - \beta_0(u_i, v_i) - \sum_{i=1}^k \beta_1(u_i, v_i) x_{ij} \right]^2 \rightarrow \min$

14. Принадлежность объектов исследования к однородной территориальной зоне можно отражать с помощью:

А) коэффициента детерминации;

Б) коэффициента зонирования;

В) парного коэффициента корреляции

Г) коэффициента регрессии

15. Коэффициенты модели географически взвешенной регрессии являются функциями:

А) времени;

Б) координат

В) координат и времени

Г) объектов

16. Линейная модель множественной регрессии $\eta_{1,n} = \psi\beta + \varepsilon$ с автокоррелированными остатками удовлетворяет условию:

А) $M_{\varepsilon_i \varepsilon_j} = \begin{cases} 0, i = j, _i = \overline{1, n}, _j = \overline{1, n} \\ \sigma^2, i \neq j \end{cases}$

Б) $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = M(\varepsilon_i \varepsilon_j) \neq 0, i \neq j, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n$

В) $\sum_i = \sigma^2 E_n$

Г) $M_{\varepsilon_i \varepsilon_j} = \begin{cases} 0, i \neq j, \\ \sigma^2, i = j, \end{cases} \quad i = \overline{1, n}, _j = \overline{1, n}$

17. Условие некоррелированности регрессионных остатков в линейной модели множественной регрессии $\eta_{1,n} = \psi\beta + \varepsilon$ состоит в следующем:

А) $M(\varepsilon_i \varepsilon_j) \neq 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i \neq j$

Б) $M(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i \neq j$

В) $\text{cov}(\varepsilon_i \varepsilon_j) \neq 0, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n, i \neq j$

Г) $M(\bar{\varepsilon}_i \bar{\varepsilon}_j) = \sum$, где \sum - трехдиагональная матрица

18. Последствия неустранения мультиколлинеарности представлено в следующем ответе:

А) МНК-оценки коэффициентов линейной модели множественной регрессии являются несмещенными и состоятельными, а их ковариационной матрицы – смещенными и несостоятельными;

Б) оценки ковариационной матрицы вектора оценок является несмещенной и несостоятельной

В) МНК-оценки коэффициентов линейной модели множественной регрессии находятся не точно, с грубыми ошибками, поскольку искажены результаты $(X^T X)^{-1}$

Г) МНК-оценки коэффициентов линейной модели множественной регрессии являются несмещенными и несостоятельными

2.2. Рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету аспиранты должны полностью освоить все темы дисциплины, выполнить задания лабораторных работ и задания для самостоятельной работы. Основой для сдачи зачета аспирантом является изучение информации полученной в результате самостоятельной работы и получение практических навыков при решении задач в течение семестра. Подготовка к зачету осуществляется в соответствии с перечнем вопросов и рекомендованной литературой.

Аспирант должен при подготовке просмотреть и систематизировать весь материал, изученный в процессе освоения дисциплины, отметить трудные вопросы, получить консультацию по ним. Полезным при подготовке является ис-

пользование планов-конспектов и тезисов, составление опорных схем, которые позволяют кратко и логично изложить вопросы. Систематическая подготовка к опросам и решению лабораторных работ позволит рационально подготовиться к сдаче зачета.

В процессе консультаций аспиранты имеют право получить ответы на наиболее проблемные вопросы. В своих вопросах аспирант должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Промежуточный контроль осуществляется в виде комплексного задания: устный ответ на один вопрос из перечня вопросов для подготовки к зачету и выполнения задания по формированию эконометрической модели.

Подготовка к зачету осуществляется в следующем порядке: ознакомление с перечнем вопросов к зачету; повторение лекционного материала и конспектов, созданных аспирантами в ходе подготовки к лабораторным занятиям и самостоятельного изучения дисциплины; консультация с преподавателем по вопросам, в которых аспирант не смог разобраться самостоятельно.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Области применения эконометрических моделей в региональных и отраслевых исследованиях.

2. Современные методы эконометрических исследований и их роль в региональных исследованиях. Примеры основных эконометрических моделей.

3. Инструменты и возможности программных продуктов для осуществления научно-исследовательской деятельности и проведения эконометрического анализа.

4. Классификация переменных в эконометрических моделях. Понятия спецификации и идентифицируемости модели.

5. Вывод формул для параметров регрессии, их экономический смысл и интерпретация для региональных и отраслевых исследований.

6. Ковариация, дисперсия и корреляция. Выборочный коэффициент корреляции. t - критерий Стьюдента для коэффициента корреляции.
7. Условия Гаусса-Маркова. Теорема Гаусса-Маркова. Вероятностные модели в эконометрических региональных исследованиях.
8. Оценка статистической значимости уравнения регрессии в целом: F - критерий Фишера.
9. Линейные модели регрессии со стохастическими регрессорами. Модель линейной регрессии с географически взвешенными коэффициентами.
10. Понятие о множественной регрессии. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР).
11. Определение параметров уравнения множественной линейной регрессии методом наименьших квадратов. Применение t - критерия Стьюдента для модели множественной регрессии, доверительные интервалы.
12. Множественный коэффициент детерминации. Применение F - критерия Фишера для модели множественной регрессии. Скорректированный коэффициент детерминации.
13. Причины и последствия автокорреляции. Критерий Дарбина-Уотсона.
14. Методы устранения автокорреляции. Авторегрессионная схема первого порядка $AR(1)$.
15. Оценка коэффициента авторегрессии. Методы Кохрана-Оркатта и Хилдрета-Лу.
16. Последствия гетероскедастичности. Обнаружение гетероскедастичности, тест Голдфелда-Квандта.
17. Метод взвешенных наименьших квадратов. Обобщенный метод наименьших квадратов, Формула Эйткена.
18. Последствия мультиколлинеарности. Признаки наличия мультиколлинеарности. Методы устранения мультиколлинеарности.

19. Преобразование переменных, процедура последовательного присоединения элементов, процедура последовательного исключения переменных. Ридж-регрессия.

20. Количество альтернатив качественной переменной и число фиктивных переменных.

21. Модели с объясняющими фиктивными переменными.

22. Использование фиктивных переменных в анализе сезонных колебаний.

23. Виды нелинейных моделей.

24. Степенные модели. Производственная функция Кобба-Дугласа.

25. Обратная модель. Полиномиальная модель. Показательная модель.

Выбор модели.

26. Виды ошибок спецификации их обнаружение и корректировка.

27. Исследование остаточного члена модели.

28. Условия и ограничения использования нелинейных моделей в региональных и отраслевых исследованиях.

29. Основная тенденция развития (тренд) временного ряда и отклонения от нее. Аналитическое выравнивание временного ряда.

30. Прогнозирование на основе моделей временных рядов.

31. Лаги в экономических моделях. Модели с лагами в независимых переменных.

32. Метод последовательного увеличения количества лагов. Преобразование Койка. Полиномиально распределенные лаги Алмон.

33. Авторегрессионные модели. Модель адаптивных ожиданий, модель потребления Фридмана. Модель частичной корректировки. h - статистика Дарбина.

34. Стационарные и нестационарные временные ряды. Процесс белого шума.

35. Процессы авторегрессии, скользящего среднего, авторегрессии-скользящего среднего.

36. Процесс авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего.
37. Автокорреляционная и частная автокорреляционные функции процессов.
38. Условия идентификации. Рекурсивная система уравнений.
39. Система невязаных уравнений. Эндогенные переменные. Экзогенные переменные.
40. Структурные уравнения модели. Уравнения в приведенной форме. Предопределенные переменные.
41. Системы невязаных уравнений, рекурсивная система уравнений. Применение обычного метода наименьших квадратов. Косвенный метод наименьших квадратов.
42. Инструментальные переменные. Необходимые и достаточные условия идентифицируемости. Метод наименьших квадратов для рекурсивных моделей. Двухшаговый и трехшаговый методы наименьших квадратов.
43. Модели ARIMA и ARCH.
44. Динамические модели со стационарными переменными и методы их оценивания. Тест Гренджера на статистическую причинность.
45. Модель с фиксированными эффектами. Модель со случайными эффектами.
46. Метод оценивание разность в разностях.
47. Оценивание динамических моделей на панельных данных.
48. Единичные корни и коинтеграция. Им-Песаран-Шин тест.
49. Модели с ограниченными зависимыми переменными: модели бинарного выбора, логит-модель с фиксированными эффектами, пробит-модель со случайными эффектами, тобит-модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антохонова, И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учебное пособие для вузов / И. В. Антохонова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 213 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04096-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/984FF846-C292-4F5A-9AA0-8A03048BFE4C.

2. Величко А.С. Эконометрика в Eviews [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.С. Величко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2016. — 66 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47403.html>

3. Грачева М.В. Моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / М.В. Грачева, Ю.Н. Черемных, Е.А. Туманова. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 543 с. — 978-5-238-02329-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52067.html>

4. 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>

5. Методы и модели эконометрики. Часть 2. Эконометрика пространственных данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Бантикова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 435 с. — 978-5-7410-1260-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52325.html>

6. Минько Э.В. Методы прогнозирования и исследования операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017. — 316 с. — 978-5-4486-0035-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70613.html>

7. Моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и

управления / Е.Н. Лукаш [и др.]. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 543 с. — 978-5-238-02329-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74952.html>

8. Орлов А.И. Эконометрика [Электронный ресурс] / А.И. Орлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 677 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52168.html>

9. Региональная экономика и пространственное развитие в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / Л. Э. Лимонов [и др.] ; под ред. Б. С. Жихаревича, Н. Ю. Одинг, О. В. Русецкой; под общ. ред. Л. Э. Лимонова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 367 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05252-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/5DE0DA32-AD79-46CA-ABCF-A55E5B25918B.

10. Скопин А.Ю. Методология региональной экономики [Электронный ресурс] : монография / А.Ю. Скопин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский гуманитарный университет, 2016. — 137 с. — 978-5-906822-62-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74707.html>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Методические указания по изучению дисциплины	
1.1 Рекомендации по организации самостоятельной работы при подготовке к лекционным и лабораторным занятиям	5
1.2 Рекомендации по написанию конспектов лекций	7
1.3 Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям	11
1.4 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в процессе контактной и самостоятельной работы аспиранта	14
1.5 Рекомендации по подготовке к обсуждению проблемных вопросов	62
1.6 Рекомендации по работе с литературой, информационной базой и интернет-ресурсами	48
2. Рекомендации по подготовке к текущему и промежуточному контролю	52
2.1 Разъяснения по работе с тестовой системой курса	52
2.2 Рекомендации по подготовке к зачету	72
Библиографический список	80

Самойлова Елена Алексеевна,
канд. экон. наук, доцент кафедры финансов АмГУ

Эконометрические методы в отраслевых и региональных исследованиях
[Электронный ресурс]: сборник методических указаний по направлению подго-
товки 38.06.01 «Экономика»