

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Базовая кафедра менеджмента и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКОНОМЕТРИКА

Б1.В.ДВ.05.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

09.03.03 Прикладная информатика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Прикладная информатика в экономике

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	9
4.3 Лабораторные работы.....	30
4.4 Практические занятия.....	31
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	31
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	32
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	33
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	34
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	35
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	35
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	61
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	61
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	62
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	67
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	68

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской, аналитической видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

овладение основами теоретических и практических знаний эконометрики, необходимых для анализа, прогнозирования, планирования, принятия решений и управления в различных сферах экономической деятельности формирование у обучающихся научных представлений о методах, моделях и приемах, позволяющих получать количественные выражения на базе экономической статистики с использованием математико-статистического инструментария.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов общих представлений о методике подготовки исходных данных для проведения эконометрического анализа;
- формирование знаний об основных типах эконометрических моделей, методологии их разработки и практического использования в экономических приложениях;
- формирование знаний о теоретических основах и практическом применении методов эконометрического анализа;
- научить строить, оптимизировать эконометрические модели и содержательно интерпретировать формальные результаты эконометрического моделирования.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	знать: <ul style="list-style-type: none">- основные источники получения официальных статистических данных;- основные методы обработки и анализа первичных статистических данных. уметь: <ul style="list-style-type: none">- собирать эмпирические и экспериментальные данные по полученному заданию и осуществлять их первичную обработку и анализ;- осуществлять анализ данных, необходимых для решения поставленных задач. владеть: <ul style="list-style-type: none">- современным инструментарием управления человеческими ресурсами;- методами обработки и анализа статистических данных в соответствии с поставленными задачами.
ПК-23	способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	знать: <ul style="list-style-type: none">- методы построения эконометрических моделей объектов, моделей и процессов;- необходимые условия для применения экономико-статистических методов для моделирования развития объектов, моделей и процессов. уметь:

		<ul style="list-style-type: none"> - анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты на микро- и макроуровне; - стоять на основе описания экономических процессов и явлений стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты; - прогнозировать на основе стандартных теоретических и эконометрических моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений на макро- и микроуровне. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современной методикой построения эконометрических моделей; - методами обработки статистических данных в среде пакетов прикладных программ для работы со статистическими данными.
ПК-4	<p>способность документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы документирования процессов создания информационных систем на стадиях жизненного цикла; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современным способами документирования процессов создания информационных систем на стадиях жизненного цикла

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Эконометрика относится к дисциплинам по выбору.

Дисциплина Эконометрика базируется на знаниях, полученных при изучении Экономической теории и Теории вероятностей и математическая статистики.

Эконометрика представляет основу для изучения дисциплин: Информационные системы в экономике; Математическое и имитационное моделирование.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	34	17	-	57	-	зачет
Заочная	3	-	108	13	4	-	9	91	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	12	51
Лекции (Лк)	34	8	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	4	17
Групповые консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	23	-	23
Подготовка к зачету	34	-	34
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины . час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику	6	4	-	2
1.1.	Основные понятия эконометрики.	2	1	-	1
1.2.	Виды эконометрических моделей.	3	2	-	1
1.3	Эконометрика как научная дисциплина. Задачи эконометрики	1	1	-	-
2.	Корреляционно-регрессионный анализ	28	10	6	12
2.1.	Основные виды и формы связей	2	1	-	1
2.2	Корреляционно-регрессионный анализ. Основные понятия	4	2	1	1
2.3	Парный КРА: исходные данные, поле корреляции признаков	4	1	1	2
2.4.	Парный КРА: оценка тесноты линейной связи двух признаков	6	1	3	2
2.5	Модель парной линейной регрессии и оценка ее параметров (МНК). Оценка адекватности и качества модели парной линейной регрессии	4	2	-	2
2.6.	Оценка статистической надежности параметров Модели парной линейной регрессии Практическое использование модели парной линейной регрессии	4	2	-	2
2.7.	Предпосылки МНК	4	1	1	2
3.	Множественная корреляция и регрессия	26	8	4	14
3.1.	Понятие о множественной регрессии. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛИМР)	5	1	-	4
3.2.	Множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации.	5	1	2	2

3.3.	Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента. Мультиколлинеарность.	6	2	-	4
3.4	Проверка значимости параметров модели множественной регрессии Линейного вида	5	2	1	2
3.5	Оценка множественной корреляции	5	2	1	2
4.	Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда	10	4	4	2
4.1	Автокорреляция уровней временного ряда	10	4	4	2
5.	Многофакторные динамические модели связи показателей	11	2	3	6
6.	Моделирование тенденции временного ряда	8	2	-	6
7.	Динамические эконометрические модели	9	2	-	7
8.	Эконометрическое прогнозирование	10	2	-	8
	ИТОГО	108	34	17	57

- для заочной формы обучения:

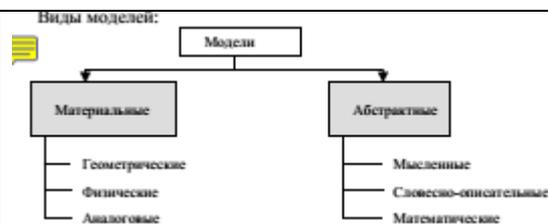
№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	Практические работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику	6	1	-	5
1.1.	Основные понятия эконометрики.	2	0,3	-	1,7
1.2.	Виды эконометрических моделей.	3	0,3	-	1,7
1.3	Эконометрика как научная дисциплина. Задачи эконометрики	1	0,3	-	1,7
2.	Корреляционно-регрессионный анализ	26	2	4	15
2.1.	Основные виды и формы связей	2	0,3	-	1,7
2.2	Корреляционно-регрессионный анализ. Основные понятия	4	0,7	2	1,3
2.3	Парный КРА: исходные данные, поле корреляции признаков	4	0,3	-	3,7
2.4.	Парный КРА: оценка тесноты	4	0,3	-	3,7

	линейной связи двух признаков				
2.5	Модель парной линейной регрессии и оценка ее параметров (МНК). Оценка адекватности и качества модели парной линейной регрессии	4	0,4	2	1,6
2.6.	Оценка статистической надежности параметров Модели парной линейной регрессии Практическое использование модели парной линейной регрессии	4	-	-	4
2.7.	Предпосылки МНК	4	-	-	4
3.	Множественная корреляция и регрессия	26	1	5	20
3.1.	Понятие о множественной регрессии. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР)	5	-	-	5
3.2.	Множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации.	5	0,5	2	2,5
3.3.	Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента. Мультиколлинеарность.	6	0,5	2	3,5
3.4	Проверка значимости параметров модели множественной регрессии Линейного вида	5	-	-	5
3.5	Оценка множественной корреляции	5	-	1	4
4.	Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда	10	-	-	10
4.1	Автокорреляция уровней временного ряда	10	-	-	10
5.	Многофакторные динамические модели связи показателей	10	-	-	10
6.	Моделирование тенденции временного ряда	10	-	-	10
7.	Динамические эконометрические модели	10	-	-	10
8.	Эконометрическое прогнозирование	10	-	-	10
		104	4	9	91

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику		
1.1.	Основные понятия эконометрики.	<p>Предметом Эконометрика является быстроразвивающаяся отрасль науки, цель которой состоит в том, чтобы придать количественные меры экономическим отношениям.</p> <p>Термин «эконометрика» был впервые введен бухгалтером П. Цьемпой (Австро-Венгрия, 1910 г.). Цьемпа считал, что если к данным бухгалтерского учета применить методы алгебры и геометрии, то будет получено новое, более глубокое представление о результатах хозяйственной деятельности. Это употребление термина, как и сама концепция, не прижилось, но название «эконометрика» оказалось весьма удачным для определения нового направления в экономической науке, которое выделилось в 1930 г.</p> <p>Слово «эконометрика» представляет собой комбинацию двух слов: «экономика» и «метрика» (от греч. «метрон»). Таким образом, сам термин подчеркивает специфику, содержание эконометрики как науки: количественное выражение тех связей и соотношений, которые раскрыты и обоснованы экономической теорией. И. Шумпетер (1883–1950), один из первых сторонников выделения этой новой дисциплины, полагал, что в соответствии со своим назначением эта дисциплина должна называться «эконометрика». Советский ученый А.Л. Вайнштейн (1892–1970) считал, что название настоящей науки основывается на греческом словесетрии (геометрия, планиметрия и т.д.), соответственно по аналогии – эконометрия. Однако в мировой науке общеупотребимым стал термин «эконометрика». В любом случае, какой бы мы термин ни выбрали, эконометрика является наукой об измерении и анализе экономических явлений.</p> <p>Основная задача эконометрики заключается в исследовании и количественной оценке объективно существующих взаимосвязей и зависимостей между экономическими явлениями. Наибольший интерес для исследователя представляют причинно-следственные отношения между явлениями, что позволяет выявлять факторы, оказывающие основное влияние на вариацию изучаемых явлений и процессов. Причинно-следственное отношение – это такая связь между явлениями, при которой изменение одного из них, называемого причиной, ведет к изменению другого, называемого следствием. Следовательно, причина всегда предшествует следствию. Причинно-</p>	(1 час.) Презентация

		<p>следственные связи в социально-экономических явлениях обладают следующими особенностями. Во-первых, причина X и следствие Y взаимодействуют не непосредственно, а через промежуточные факторы, которые, как правило, при анализе опускаются. Формально это может быть выражено с помощью схемы $X \rightarrow X' \rightarrow X'' \rightarrow Y$, где X' и X'' изображают такие промежуточные факторы. Во-вторых, социально-экономические явления развиваются и формируются в результате одновременного воздействия большого числа факторов. Поэтому одной из главных проблем при изучении этих явлений становится задача выявления главных, существенных причин и абстрагирование от второстепенных. Признаки по их роли в изучаемой взаимосвязи делятся на два класса: факторные и результативные. Факторными признаками (факторами) называются признаки, обуславливающие изменения других, связанных с ними признаков. Факторные признаки называются также независимыми, объясняющими или входными переменными. Результативными называются признаки, изменяющиеся под действием факторных признаков. Результативные признаки называются также зависимыми, объясняемыми или выходными переменными. По направлению изменения связи подразделяются на прямые (когда изменение результативного и факторного признаков происходит в одном направлении) и обратные (когда изменение результативного и факторного признаков происходит в противоположных направлениях). По характеру проявления различают функциональную связь и стохастическую зависимость. Функциональной называют такую связь, при которой определенному значению факторного признака соответствует одно и только одно значение результативного признака. Функциональная связь проявляется во всех случаях наблюдения и для каждой конкретной единицы исследуемой совокупности. Такие связи изучаются в основном в естественных науках.</p>	
1.2.	Виды эконометрических моделей.	<p>Дисциплины экономико-математических методов объединяет не только объект исследования – СЭС, но и основной принцип, положенный в основу изучения СЭС – принцип моделирования объекта исследования.</p> <p>Моделирование – это изучение реального объекта (оригинала) посредством изучения другого объекта (модели), имеющего сходство с оригиналом.</p> <p>Модель – это искусственный объект (материальный или абстрактный), который замещает собой объект-оригинал в исследованиях или в управлении.</p> <p>Возможность такой замены основывается на принципе аналогии оригинала и его модели. Под аналогией понимают подобие их структуры, свойств, связей с другими объектами, поведения, функционирования. Полного подобия между моделью и оригиналом не может быть, т.е. они не тождественны друг другу. Поэтому:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при моделировании добиваются подобия только тех параметров, которые важны для исследования; остальные параметры считаются несущественными, второстепенными, их не учитывают; – выводы, сделанные на основе изучения модели, не абсолютно достоверны, носят вероятностный характер. <p>Виды моделей:</p>	(2час.) Презентация



Геометрические модели воспроизводят подобие формы оригинала, т.е. геометрическое сходство с оригиналом.

Пример: макеты, схемы, муляжи, карты, фото, рисунки. Физические модели воспроизводят подобие физических параметров оригинала при функционировании.

Мысленные модели – это образы в голове человека. Словесно-описательные модели – это описания оригинала на каком-либо естественном языке. *Пример:* пояснительные записки, технические задания.

Математические модели – это описания оригинала знаковыми математическими средствами в виде числовых величин, зависимостей, функций, выражений, графиков и т.д.

В исследованиях СЭС используются математические модели, которые называются экономико-математическими моделями.

К **экономико-математической модели**, как и к любой другой модели, предъявляют следующие общие требования:

- адекватность – точность воспроизведения существенных параметров объекта-оригинала;
- упрощенность;
- удобство в использовании;
- практическая значимость.

Процесс моделирования, в том числе и экономико-математического, включает в себя три структурных элемента: объект исследования; субъект (исследователь); модель, опосредующая отношения между познающим субъектом и познаваемым объектом.

Общая схема процесса моделирования состоит из **4-х этапов**.

Пусть имеется некоторый объект, который необходимо исследовать методом моделирования. На **первом этапе** конструируют (или находят в реальном мире) другой объект – модель исходного объекта-оригинала. Этап построения модели предполагает наличие определенных сведений об объекте-оригинале. Познавательные возможности модели определяются тем, что модель отражает лишь некоторые существенные черты исходного объекта, поэтому любая модель замещает оригинал в строго ограниченном смысле. Из этого следует, что для одного объекта может быть построено несколько моделей, отражающих определенные стороны исследуемого объекта или характеризующих его с разной степенью детализации.

На **втором этапе** процесса моделирования модель выступает как самостоятельный объект исследования. Конечным результатом этого этапа является совокупность знаний о модели в отношении существенных сторон объекта-оригинала, которые отражены в данной модели.

Третий этап заключается в переносе знаний с модели на оригинал, в результате чего формируется множество знаний об исходном объекте, и при этом

		<p>переходят с языка модели на язык оригинала. С достаточным основанием переносить какой-либо результат с модели на оригинал можно лишь в том случае, если этот результат соответствует признакам сходства оригинала и модели (другими словами, признакам адекватности).</p> <p>На четвертом этапе осуществляется практическая проверка полученных с помощью модели знаний и их использование, например, для целенаправленного преобразования объекта-оригинала или для управления им.</p> <p>Модели Материальные Абстрактные Геометрические Физические Аналоговые Мысленные Словесно-описательные Математические</p> <p>Моделирование представляет собой циклический процесс, т.е. за первым четырехэтапным циклом может последовать второй, третий и т.д.</p> <p>Выбор вида эконометрической модели основывается, прежде всего, на результатах предварительного качественного или содержательного анализа, проводимого методами экономической теории. По возможности характер предполагаемой зависимости обосновывается исходя из теоретически предположений о характере закономерности развития изучаемого явления или процесса. Примером может служить зависимость между общими затратами на производство продукции (Z) и объемом производства (V) $Z = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{уд.пер}} \cdot V$, где $Z_{\text{пост}}$ – постоянные затраты (не зависят от объема производства), $Z_{\text{уд.пер}}$ – удельные переменные затраты (переменные затраты на выпуск единицы продукции). Другой подход основан на анализе массива исходных данных, который позволяет выявить некоторые характеристики предполагаемых зависимостей и на этой основе сформулировать, как правило, несколько предположений о виде аналитической связи. Построенная модель используется для формулирования предположений о характере закономерности в развитии изучаемого явления, которые проверяются в течение дальнейших исследований. Приведем некоторые виды аналитических зависимостей, наиболее часто используемых при построении моделей: 1) линейная 2) степенная 3) полулогарифмическая 4) гиперболическая 5) экспоненциальная. Могут применяться также комбинации рассмотренных зависимостей. При выборе вида аналитической зависимости важную роль играют требования простоты модели и наличия наглядной экономической интерпретации ее параметров. Исходя из этих соображений, наиболее часто используются линейная и степенная функции. В линейной модели параметры при факторах характеризуют величину среднего изменения зависимой переменной с изменением соответствующего фактора на единицу, в то время как значения остальных факторов остаются неизменными. В степенной модели параметры при факторах являются коэффициентами эластичности. Они показывают, на сколько процентов в среднем изменяется зависимая переменная y при изменении соответствующего фактора на 1 % в условиях неизменности действия других факторов. Этот вид</p>	
--	--	---	--

		<p>уравнения регрессии получил наибольшее распространение в производственных функциях, в исследованиях спроса и потребления. При определении вида модели могут использоваться следующие соображения. Если изменение результативного признака у прямо пропорционально изменению значения фактора, то адекватной является линейная модель. Если изменение результативного признака у пропорционально значению фактора, то адекватной может быть либо степенная, либо экспоненциальная модели. Если при увеличении значения факторов значение результативного признака у монотонно стремится к конечному пределу, то можно использовать гиперболическую модель. С целью отразить свойство оптимальности экономических переменных, т. е. наличия таких значений факторов x_i, на которых достигается минимаксное воздействие на зависимую переменную, в модель включают факторы x_i не только первой, но и второй степени. Например, при увеличении возраста рабочих до определенного значения уровень производительности труда возрастает, а затем начинает снижаться. Наибольшее применение в эконометрике нашли линейные модели. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, существуют эффективные методы построения таких моделей. Во-вторых, в небольшом диапазоне значений факторных признаков линейные модели с достаточной точностью могут аппроксимировать реальные нелинейные зависимости. В-третьих, параметры модели имеют наглядную экономическую интерпретацию. В-четвертых, прогнозы по линейным моделям, характеризуются, как правило, меньшим риском значительной погрешности прогноза.</p>	
1.3	<p>Эконометрика как научная дисциплина. Задачи эконометрики</p>	<p>Эконометрика – это наука, связанная с эмпирическим выводом экономических законов. Появление эконометрики связано с междисциплинарным подходом к изучению экономики. Эта наука возникла на стыке 3-х областей знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Экономической теории. – Математической экономики. – Экономической и математической статистики. <p>Как и в экономической теории, предметом исследования эконометрики являются экономические явления. Но в отличие от экономической теории эконометрика делает упор на количественные, а не на качественные аспекты этих явлений. Родство с математической экономикой в методах исследования – экономические явления изучаются посредством моделирования, т.е. через построение и анализ математических моделей этих явлений. Но математическая экономика строит и анализирует модели без использования реальных числовых значений, а эконометрика – на базе эмпирических данных. Экономическая и математическая статистика дают эконометрике мощный инструмент для исследований: экономическая статистика – методы сбора, обработки и представления экономических данных в наглядной форме; математическая статистика – методы исследования экономических показателей как случайных величин, предсказать точные значения которых невозможно. Задачи эконометрики можно классифицировать по трем признакам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. по конечным прикладным целям: <ul style="list-style-type: none"> – прогноз экономических и социально-экономических показателей, характеризующих состояние и развитие анализируемой экономической (социально- 	

		<p>экономической) системы;</p> <ul style="list-style-type: none"> – имитация возможных сценариев развития социально-экономической системы для выявления того, как планируемые изменения тех или иных управляемых параметров скажутся на выходных характеристиках. <p>2. по уровню иерархии исследуемой экономической системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – задачи макроуровня (государство в целом); – задачи мезоуровня (регионы, отрасли, корпорации); – задачи микроуровня (предприятия, фирмы, организации). <p>3. по профилю исследуемой экономической системы – задачи, направленные на решение проблем:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рынка; – инвестиционной, финансовой или социальной политики; – ценообразования; – спроса и потребления; – распределительных отношений; – на определенный комплекс проблем. <p>Под социально-экономической системой (далее СЭС) будем понимать сложную вероятностную систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения и потребления материальных и других благ.</p> <p>СЭС обладает рядом свойств, которые нужно учитывать при ее изучении:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Делимость СЭС. В структуре СЭС можно выделить взаимосвязанные элементы. Элемент системы – это часть системы, выполняющая определенную функцию. Элемент системы может быть сложным, т.е. состоящим из взаимосвязанных частей. В этом случае его называют подсистемой. Каждый элемент системы может быть идентифицируем, т.е. выделен в организационной структуре системы. Элементы системы обладают собственным поведением и состоянием, отличным от поведения и состояния других элементов и системы в целом. Однако, поведение и состояние любого элемента зависит от поведения и состояния всей системы. – Целостность СЭС. При интеграции в систему между элементами возникают устойчивые связи. Взаимодействие элементов приводит к принципиальной несводимости свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов. Некоторые собственные свойства элементов утрачиваются. С другой стороны, у системы появляются такие свойства, которые не присущи ни одному из элементов, взятому в отдельности от системы (это явление называется эмерджентность). – Открытость СЭС. СЭС невозможно изолировать от «внешней среды». СЭС связана с внешней средой через некоторые элементы, называемые входами и выходами. Все без исключения входы и выходы СЭС наблюдаемы, некоторые из них могут быть контролируемы. – Динамичность СЭС. С течением времени происходит изменение состояния, структуры, свойств, параметров, поведения СЭС. – Вероятностный характер развития СЭС. Случайность и неопределенность в развитии СЭС обусловлена, во-первых, невозможностью выявления всех свойств и отношений элементов системы, во-вторых, неконтролируемостью некоторых воздействий 	
--	--	---	--

		<p>на систему ее внешней среды.</p> <p>– Управляемость СЭС. СЭС относят к классу кибернетических систем, т.е. систем с управлением. Результаты исследования СЭС в первую очередь используются для повышения эффективности управления СЭС.</p> <p>– Активность СЭС. СЭС активно реагирует на управляющие воздействия и воздействия внешней среды, однако ответная реакция СЭС не всегда предсказуема.</p>	
2.	Корреляционно-регрессионный анализ		
2.1.	Основные виды и формы связей	<p>Исследуя состояние и развитие как природных, так и общественных, экономических явлений, необходимо изучать взаимосвязи наблюдаемых процессов и явлений. Современная наука объясняет суть явлений через изучение их взаимосвязей. При этом полнота описания, так или иначе, определяется количественными характеристиками причинно-следственных связей между ними. Например, объем валютных торгов зависит от спроса на валюту, который в свою очередь определяется состоянием экономики, активностью внешнеэкономической деятельности субъектов, политикой государства и др.; объем продукции предприятия связан с численностью и квалификацией работников, стоимостью основных фондов, технологией производства и т. д.</p> <p>Оценка наиболее существенных признаков, а также изучение воздействия одних признаков на другие является одной из основных задач эконометрики. Знание характера и силы связей позволяет управлять природными, социально-экономическими процессами и предсказывать их развитие.</p> <p>Среди взаимосвязанных признаков одни могут рассматриваться как факторные, а другие как результативные признаки. Признак, от которого зависит другой, принято называть факторным признаком (фактором), зависимый же признак называют результативным признаком (откликом). Часто рассматривают зависимость результативного признака не от одного, а от нескольких факторных признаков.</p> <p>Формы проявления связей признаков весьма разнообразны. В качестве двух самых общих их типов выделяют функциональную (жестко детерминированную) и стохастическую связи.</p> <p>Функциональная связь (жестко детерминированная) – такая связь, когда каждому возможному значению фактора (набора факторов) строго соответствует одно или несколько строго определенных значений результативного признака.</p> <p>Чаще всего функциональные связи наблюдаются в явлениях, описываемых математикой, физикой и другими точными науками. Функциональные связи имеют место и в социально-экономических, а также природных процессах, но довольно редко. Примером функциональной связи в экономике может служить связь между показателями фондовооруженности персонала (ФВ), стоимости основных производственных фондов (ОПФ) и численностью промышленно-производственного персонала (Ч). Для любого предприятия наблюдается следующая зависимость между показателями: $ФВ = ОПФ/Ч$.</p> <p>Характерной особенностью функциональной связи</p>	(1 час.) Презентация

		<p>является то, что она проявляется с одинаковой силой у каждой единицы изучаемой совокупности. Поэтому знание функциональной зависимости позволяет абсолютно точно прогнозировать события.</p> <p>Стохастическая связь (которую также называют неполной, или статистической) проявляется не в каждом отдельном случае, а в среднем, при массовых наблюдениях.</p> <p>Стохастическая (статистическая) связь – это такая связь между признаками, при которой для каждого значения фактора (набора факторов) признак-результат может в определенных пределах принимать любые значения с некоторыми вероятностями; однако при этом его статистические (массовые) характеристики (например, среднее значение) изменяются по определенному закону.</p> <p>Термин «стохастический» происходит от греческого «stochos» – мишень или бычий глаз. Стреляя в мишень, даже хороший стрелок редко попадает в центр – «яблочко», выстрелы ложатся в некоторой, близкой к нему области. В этом смысле стохастическая связь означает приблизительный характер значений признака.</p> <p>Случайная природа стохастической связи обусловлена:</p> <ul style="list-style-type: none"> – влиянием на результативный признак не только выделенного фактора (набора факторов), но и других – неучтенных факторов; – неизбежностью ошибок измерения значений признаков (и факторных, и результативного). <p>Пусть X – выделенный фактор, Y – результативный признак. Модель стохастической связи между ними может быть представлена в общем виде уравнением:</p> $Y = f(X, \text{и}),$ <p>где Y – фактическое значение результативного признака; $f(X)$ – часть результативного признака, сформировавшаяся под воздействием фактора X; и – случайная составляющая, т.е. часть результативного признака, возникшая вследствие действия прочих (неучтенных) факторов, а также ошибок измерения признаков X и Y.</p> <p>Если выделен набор факторов $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, то модель имеет вид $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n, \text{и})$. Например, уровень успеваемости студентов стохастически связан с целым комплексом факторов: Например, уровень успеваемости студентов стохастически связан с целым комплексом факторов: склонностью к точным наукам, временем, затраченным на подготовку к предмету, состоянием здоровья студента и др. Полный перечень факторов неизвестен. Кроме того, неодинаково действие любого известного фактора на успеваемость каждого студента. Например, при одной и той же успеваемости разные студенты затрачивают неодинаковое время на подготовку. Кроме того, при одинаковых возможностях наблюдается вариация значений успеваемости студентов.</p> <p>В исследованиях связи классифицируют по ряду признаков, выделяя следующие виды связей:</p> <p>1. По количеству взаимодействующих признаков:</p> <ul style="list-style-type: none"> – парная (однофакторная) связь – если взаимодействует пара признаков: один фактор и один результативный 	
--	--	---	--

		<p>признак;</p> <ul style="list-style-type: none"> – множественная (многофакторная) связь – если взаимодействует несколько признаков: набор факторов и результативный признак. <p>2. <u>По направлению</u> (для парной связи количественных признаков):</p> <ul style="list-style-type: none"> – прямая (положительная) связь – если взаимодействующие признаки изменяются в одном направлении (оба возрастают или оба уменьшаются); – обратная (отрицательная) связь – если взаимодействующие признаки изменяются в разных направлениях (один возрастает, а другой –уменьшается, или наоборот). <p>3. <u>По тесноте (силе)</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сильная связь; – слабая связь. <p>4. <u>По аналитической форме</u> (виду функции f):</p> <ul style="list-style-type: none"> – линейная связь – если между признаками проявляются линейные соотношения, которые могут быть выражены линейной функцией; – нелинейная связь – если между признаками проявляются нелинейные соотношения, которые могут быть выражены нелинейной функцией (гиперболой, полиномом, степенной функцией и др.). 	
2.2	Корреляционно-регрессионный анализ. Основные понятия	<p>Задача корреляционно-регрессионного анализа (КРА) – исследование так называемой корреляционной связи между признаками.</p> <p>Корреляционная связь (корреляция) – это частный случай стохастической связи, при которой с изменением значения фактора (набора факторов) при большом числе наблюдений закономерным образом изменяется среднее значение результативного признака, в то время, как в каждом конкретном случае это значение может быть любым.</p> <p>Термин корреляция (correlation – соотношение, соответствие, «как бы связь») впервые использовал в XVIII веке французский палеонтолог Жорж Кювье, заменив им термин relation (связь).</p> <p>Основные пути возникновения корреляционной связи между признаками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Причинная зависимость результативного признака от фактора (набора факторов); например, в сельском хозяйстве – связь между урожайностью и количеством внесенных в почву удобрений. – Фактор (факторы) и результативный признак – и причина, и следствие друг друга; например, выработка рабочего и оплата его труда/ – И фактор (факторы), и результативный признак – следствия одной причины. Известен классический пример, приведенный ведущим статистиком начала XX века. А.А. Чупровым. Если в качестве фактора X взять число пожарных команд в городе, а за результативный признак Y – сумму убытков в городе от пожаров, то между признаками X и Y в совокупности городов России возникнет существенная прямая корреляция. В среднем, чем больше пожарных в городе, тем больше убытков от пожаров. В чем же дело? Данную корреляцию нельзя интерпретировать как связь причины и следствия, оба признака – следствия общей причины – размера города. В крупных городах больше пожарных частей, но 	(2час.) Презентация

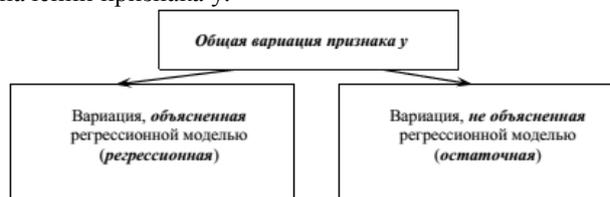
		<p>больше и пожаров, и убытков от них за год, чем в мелких городах.</p> <p>В ходе КРА исследуются такие характеристики корреляционной связи*, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теснота связи (сильная, умеренная или слабая связь); – направление связи (прямая или обратная связь); – форма связи (линейная или нелинейная связь). <p>(* КРА – это объединение двух групп методов: корреляционного анализа и регрессионного анализа. Задачей собственно корреляционного анализа является измерение тесноты и направления (если это возможно) связи, а задача регрессионного анализа – установление формы связи. Объединение этих методов имеет под собой такие основания, как: общность предмета исследования, наличие целого ряда общих вычислительных процедур, взаимодополнения при интерпретации результатов.</p> <p>В зависимости от числа факторов, включенных в анализ, различают парный (однофакторный) и множественный(многофакторный) анализ.</p> <p>Условия применимости КРА:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пространственная и временная однородность исходных данных; – массовость наблюдений за признаками (при проведении многофакторного анализа число наблюдений должно в 5-10 раз превосходить число выделенных факторов); – соответствие эмпирического распределения признаков нормальному закону распределения (для результативного признака – обязательно, для факторных признаков – желательно); – для многофакторного анализа – рациональное число факторов и их независимость между собой. <p>Регрессия – это функциональная зависимость между значением фактора (набора факторов) и условным математическим ожиданием (средним значением) результативного признака.</p> <p>Формализованным выражением регрессии между признаками является регрессионная модель (модель регрессии, уравнение регрессии) определенного вида.</p> <p>В общем случае:</p> $\hat{y} = f(x) \text{ – модель парной регрессии,}$ $\hat{y} = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \text{ – модель множественной регрессии,}$ <p>где где x – выделенный фактор; x_1, x_2, \dots, x_m – выделенный набор факторов (факторная система модели); \hat{y} – математическое ожидание результативного признака; т.е. результативный признак, усредненный (выровненный) по фактору (факторам), f – форма связи между признаками.</p> <p>Т.к. реальные (эмпирические) значения результативного признака не всегда совпадают с математическим ожиданием, то зависимость должна быть дополнена некоторым слагаемым (случайной величиной), которое отражает стохастическую природу связи:</p> $y_i = \hat{y}_i + \varepsilon_i,$ <p>где y_i – эмпирическая величина результативного признака; \hat{y}_i – величина результативного признака, рассчитанная (предсказанная) по модели; ε_i – случайное отклонение (остаток), характеризующее влияние неучтенных, скрытых факторов и ошибок в измерении признаков.</p> <p>График, соответствующий регрессионной модели (для парной связи), называют линией регрессии.</p>	
--	--	--	--

2.3	Парный исходные данные, корреляции признаков КРА: поле	<p>Исходные данные для изучения <i>парной регрессии и корреляции</i> (т.е. регрессии и корреляции двух признаков: x и y) – это пространственная выборка эмпирических (фактических, наблюдаемых) значений этих признаков:</p> <table border="1" data-bbox="584 136 794 255"> <tr> <td>№ наблюдения</td> <td>x</td> <td>y</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>x_1</td> <td>y_1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>x_2</td> <td>y_2</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>i</td> <td>x_i</td> <td>y_i</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>x_n</td> <td>y_n</td> </tr> </table> <p>Условные обозначения: i – номер наблюдения, $i = \overline{1, n}$; n – количество наблюдений (объем выборки); x_i и y_i – эмпирические значения факторного и результирующего признаков, относящиеся к i-му наблюдению.</p> <p>Поле корреляции признаков – это плоский график, на котором в виде точек изображены пары эмпирических значений признаков x и y, относящиеся к одному наблюдению. Т.е. (x_i, y_i) – координаты i-ой точки и на графике n точек.</p> <p>Взаимное расположение точек на графике, их близость к некоторой гипотетической линии (линии регрессии), позволяют сделать предварительный вывод о характеристиках корреляционной связи между признаками.</p> <p><i>Пример.</i></p>  <p>Корреляционная связь предположительно линейная, прямая, сильная.</p> <p>Корреляционная связь предположительно линейная, обратная, сильная.</p> <p>Корреляционная связь предположительно линейная, прямая, не очень сильная (умеренная).</p> <p>Корреляционная связь предположительно нелинейная, прямая*, сильная.</p> <p>Корреляционная связь предположительно нелинейная, достаточно сильная, направление меняется с обратного на прямое.</p> <p>Корреляционная связь практически отсутствует.</p>	№ наблюдения	x	y	1	x_1	y_1	2	x_2	y_2	i	x_i	y_i	n	x_n	y_n	(1 час.) Презентация
№ наблюдения	x	y																						
1	x_1	y_1																						
2	x_2	y_2																						
...																						
i	x_i	y_i																						
...																						
n	x_n	y_n																						
2.4.	Парный оценка тесноты линейной связи двух признаков КРА:	<p>Тесноту и направление линейной связи двух признаков оценивает линейный коэффициент парной корреляции r_{xy}:</p> $r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad -1 \leq r_{xy} \leq 1$ <p>где \bar{x} и \bar{y} – средние значения признаков.</p> <p>Знак коэффициента показывает направление связи: если $r_{xy} < 0$ – связь обратная, если $r_{xy} > 0$ – связь прямая.</p> <p>Абсолютная величина коэффициента характеризует тесноту связи: чем ближе абсолютное значение коэффициента к 1, тем сильнее линейная связь между признаками, т.е. связь ближе к линейной функциональной. Равенство (или близость) коэффициента 0 означает отсутствие (или слабость) линейной связи, однако при этом признаки x и y могут быть тесно связаны нелинейной связью (например, параболической или др.).</p> <p>Для характеристики тесноты линейной связи в зависимости от абсолютной величины r_{xy} может быть использована следующая шкала:</p> <table border="1" data-bbox="600 1473 1177 1637"> <thead> <tr> <th>r_{xy}</th> <th>Теснота линейной связи</th> <th rowspan="2">устойчивая связь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$< 0,25$</td> <td>очень слабая</td> </tr> <tr> <td>$0,25 - 0,45$</td> <td>слабая</td> </tr> <tr> <td>$0,45 - 0,65$</td> <td>умеренная</td> </tr> <tr> <td>$0,65 - 0,8$</td> <td>сильная</td> <td rowspan="3">устойчивая связь</td> </tr> <tr> <td>$0,8 - 0,9$</td> <td>весьма сильная</td> </tr> <tr> <td>$> 0,9$</td> <td>очень сильная</td> </tr> </tbody> </table> <p>Парный линейный коэффициент корреляции, исчисленный по выборочным данным, является случайной величиной.</p> <p>Т.к. с уменьшением числа наблюдений (объема выборки) достоверность коэффициента падает, необходимо проверить его статистическую надежность.</p> <p><u>Общие сведения о статистической проверке гипотез.</u></p> <p>Статистическая гипотеза – это некоторое высказанное предположение, которое проверяется с помощью эмпирических данных.</p> <p>Различают прямую (нулевую) гипотезу – H_0 и обратную ей (альтернативную) гипотезу – H_1. Проверяют прямую гипотезу. Если эмпирические данные не противоречат гипотезе H_0, то ее не отклоняют (принимают). Если же эмпирические</p>	$ r_{xy} $	Теснота линейной связи	устойчивая связь	$< 0,25$	очень слабая	$0,25 - 0,45$	слабая	$0,45 - 0,65$	умеренная	$0,65 - 0,8$	сильная	устойчивая связь	$0,8 - 0,9$	весьма сильная	$> 0,9$	очень сильная	(1 час.) Презентация					
$ r_{xy} $	Теснота линейной связи	устойчивая связь																						
$< 0,25$	очень слабая																							
$0,25 - 0,45$	слабая																							
$0,45 - 0,65$	умеренная																							
$0,65 - 0,8$	сильная	устойчивая связь																						
$0,8 - 0,9$	весьма сильная																							
$> 0,9$	очень сильная																							

		<p>данные противоречат гипотезе H_0, то ее отклоняют в пользу обратной гипотезы H_1.</p> <p>Правила проверки гипотезы называют статистическим критерием. При проверке гипотезы исследователь устанавливает уровень значимости проверяемой гипотезы – α. Уровень значимости проверяемой гипотезы – это вероятность отвергнуть проверяемую гипотезу, когда она фактически верна. Значение α устанавливают либо долей, либо в процентах. Для экономических, социальных исследований обычно устанавливают следующие значения: 0,01 (1%), 0,03 (3%), 0,05 (5%) или 0,1 (10%). Стандартной величиной является 0,05 (5%). Уровень значимости проверяемой гипотезы определяет доверительную вероятность решения. Например, при 5%-м уровне значимости решение о принятии гипотезы делают с вероятностью 95%, т.е. $100\% - 5\%$.</p> <p>Как правило, проверка гипотезы состоит из следующих шагов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – по эмпирическим данным вычисляют расчетное значение критерия; – по специальным статистическим таблицам определяют критическое (табличное) значение критерия; – расчетное и критическое значения критерия сравнивают и с вероятностью $1-\alpha$ делают вывод о принятии соответствующей гипотезы. <p>Проверка статистической надежности (значимости) коэффициента корреляции, полученного по выборочным данным, проводится по t-статистике Стьюдента.</p> <p>H_0: истинное значение коэффициента корреляции равно нулю, т.е. r_{xy} не является статистически надежным. H_1: выборочный коэффициент корреляции r_{xy} статистически надежен.</p> <p>Расчетное значение t-статистики</p> $t = \frac{ r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}. \quad (2.1)$ <p>Критическое (табличное) значение для t-статистики выбирают по заданному уровню значимости и числу степеней свободы df:</p> $t_{\text{крит}} = t(\alpha; df) = t(\alpha; n - 2). \quad (2.2)$ <p>Решение принимают на уровне значимости из сравнения расчетного и критического значений t-статистики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – если $t \leq t_{\text{крит}}$, то H_0 не отклоняют, т.е. r_{xy} <i>ненадежен</i>; – если $t > t_{\text{крит}}$, то H_0 отклоняют в пользу H_1, т.е. r_{xy} <i>надежен</i>. 	
2.5	<p>Модель парной линейной регрессии и оценка ее параметров (МНК). Оценка адекватности и качества модели парной линейной регрессии</p>	<p>Общий вид модели <i>парной линейной регрессии</i>: $\hat{y} = a + bx$, где \hat{y} – математическое ожидание результативного признака, т.е. результативный признак, усредненный (выровненный) по фактору x; a и b – параметры модели, a – константа модели, b – коэффициент регрессии.</p> <p>Для оценки параметров линейных регрессий используют <i>метод наименьших квадратов (МНК)</i>, при этом минимизируется сумма квадратов отклонений расчетных (предсказанных) значений результативного признака (\hat{y}_i) от эмпирических значений (y_i): $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min$! Так как $\hat{y}_i = a + bx_i$, то $S = \sum_{i=1}^n (y_i - (a + bx_i))^2 \rightarrow \min$.</p> <p>Константами в данной функции S являются известные величины x_i и y_i, переменными – искомые оценки параметров a и b. Необходимым условием существования минимума функции двух переменных является равенство нулю ее частных производных по неизвестным переменным:</p> $\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i x_i \end{cases} \Leftrightarrow \dots$ <p>Уравнения данной системы называют <i>нормальными</i></p>	

уравнениями МНК для парной линейной регрессии. При решении этой системы однозначно вычисляются параметры модели.

Адекватность и качество регрессионной модели отражают степень близости (соответствия) рассчитанных по модели значений результативного признака \hat{y}_i к эмпирическим значениям y_i . Регрессионная модель считается адекватной эмпирическим данным, если она хорошо описывает (объясняет, «улавливает») вариацию эмпирических значений признака y .



Усредненной оценкой вариации признака y , объясненной моделью, является регрессионная дисперсия модели:

$$S_{\text{ост}}^2 = \frac{S_{\text{ост}}}{df_{\text{ост}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m - 1},$$

где $S_{\text{ост}}$ – остаточная сумма квадратов отклонений; $df_{\text{ост}}$ – число степеней свободы остаточной дисперсии.

Для проверки статистической значимости регрессионной модели, т.е. адекватности полученного уравнения исходным данным, используют F-критерий Фишера.

H_0 : разницa между дисперсиями S_y^2 и $S_{\text{ост}}^2$ незначительна, т.е. модель неадекватна эмпирическим данным; H_1 :

S_y^2 существенно больше $S_{\text{ост}}^2$, т.е. модель адекватно описывает эмпирические данные.

Расчетное значение F-статистики: $F = S_y^2 / S_{\text{ост}}^2$.

Критическое (табличное) значение F-статистики выбирают по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы каждой дисперсии:

$$F_{\text{кр}} = F(\alpha; df_y; df_{\text{ост}}) = F(\alpha; m; n - m - 1). \quad (2.3)$$

Решение принимают на уровне значимости α из сравнения расчетного и критического значений F-статистики:

- если $F \leq F_{\text{кр}}$, то H_0 не отклоняют, т.е. **модель неадекватна**;

- если $F > F_{\text{кр}}$, то H_0 отклоняют в пользу H_1 , т.е. **модель адекватна** эмпирическим данным.

Описательную силу (качество) линейной регрессии оценивают коэффициентом детерминации и средней ошибкой аппроксимации.

Коэффициент детерминации R^2 показывает, какая доля (или %) общей вариации признака y учтена в модели и обусловлена влиянием на него фактора x . Коэффициент детерминации можно рассчитать через общую и регрессионную (или остаточную) сумму квадратов отклонений:

$$R^2 = \frac{S_y}{S_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad \text{или} \quad R^2 = 1 - \frac{S_{\text{ост}}}{S_{\text{общ}}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad 0 \leq R^2 \leq 1 \quad (2.4)$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая сумма квадратов отклонений; S_y – регрессионная сумма квадратов отклонений; $S_{\text{ост}}$ – остаточная сумма квадратов отклонений.

Чем ближе значение коэффициента детерминации R^2 к 1, тем лучше описательная сила (качество) модели.

Для парной линейной регрессии коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции: $R^2 = r_{xy}^2$.

Расчетное значение F-критерия Фишера и коэффициент детерминации взаимосвязаны соотношением:

$$F_{\text{расч}} = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - m - 1).$$

Средняя ошибка аппроксимации \bar{A} – это среднее относительное отклонение расчетных значений результативного признака (\hat{y}_i) от эмпирических (y_i):

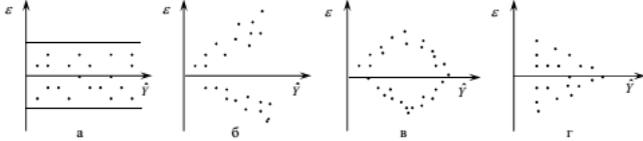
$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\% = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \cdot 100\%. \quad (2.5)$$

где e_i – случайная составляющая (остаток).

Допустимый предел значений \bar{A} – не более 8–10%.

2.6.	<p>Оценка статистической надежности параметров Модели парной линейной регрессии Практическое использование модели парной линейной регрессии</p>	<p>Параметр модели считается статистически надежным (значимым), если его значение неслучайно отлично от нуля. Оценить надежность параметра модели можно следующими способами:</p> <ul style="list-style-type: none"> – по t-статистике Стьюдента; – по доверительному интервалу параметра. <p>В соответствии с первым способом проверяют нулевую гипотезу H_0 : рассчитанный параметр статистически ненадежен. Обратная гипотеза H_1 : рассчитанный параметр статистически надежен. Расчетное значение t-статистики вычисляются отношением значения параметра и его средней ошибки:</p> $t_a = \frac{a}{m_a}, \quad t_b = \frac{b}{m_b},$ $t_{\text{крит}} = t(\alpha; df) = t(\alpha; n - m - 1). \quad (2.6)$ <p>Основные направления применения модели парной линейной регрессии:</p> <p>1) Интерпретация значений параметров модели. Адекватность модели эмпирическим данным и статистическая надежность всех ее параметров является необходимым условием для практического применения модели в анализе и прогнозировании. Значение константы a показывает среднюю величину признака y (в абсолютных единицах его измерения) при отсутствии, т.е. при нулевом значении фактора x. Вышеуказанная интерпретация константы не имеет смысла, если фактор x не может иметь нулевого значения или результативный признак y не может существовать без фактора x. Коэффициент регрессии b показывает, на сколько единиц изменится в среднем результативный признак y, если фактор x изменится на одну единицу своего измерения. При этом знак коэффициента регрессии указывает направление связи: если $b > 0$, то связь прямая, если $b < 0$ – связь обратная.</p> <p>2) Расчет и анализ среднего коэффициента эластичности $\bar{\epsilon}$ по x. Средний коэффициент эластичности $\bar{\epsilon}$ показывает, на сколько процентов в среднем изменится результативный признак y, если фактор x изменится на 1% от своего среднего значения:</p> $\bar{\epsilon} = \frac{\partial \hat{y}}{\partial x} \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}}, \quad \bar{\epsilon} = b \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}}. \quad (2.7)$ <p>3) Прогнозирование значения результативного признака. Для линейной модели парной регрессии:</p> $\hat{y}_{\text{пр}} = a + b x_{\text{пр}}. \quad (2.8)$ $\gamma_{y \text{ пр}}^{\text{н}} = \hat{y}_{\text{пр}} - \Delta_{y \text{ пр}} \quad (2.9)$ $\gamma_{y \text{ пр}}^{\text{п}} = \hat{y}_{\text{пр}} + \Delta_{y \text{ пр}} \quad (2.10)$ $\Delta_{y \text{ пр}} = \sqrt{S_{\text{ост}}^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{\text{пр}} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \cdot t_{\text{крит}}, \quad (2.11)$ $t_{\text{крит}} = t(\alpha; df_{\text{ост}}) = t(\alpha; n - m - 1). \quad (2.12)$	
2.7.	Предпосылки МНК	<p>Стохастическую суть зависимости между признаками x и y отражает случайная составляющая (остаток) Остатки представляют собой отклонения</p>	

		<p>эмпирических и расчетных значений результативного признака, следовательно, МНК строит оценки параметров регрессии на основе минимизации суммы квадратов остатков:</p> $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 \rightarrow \min$ <p>При этом делается предположение относительно поведения остатков: остатки представляют собой независимые случайные величины, их среднее значение равно нулю, их дисперсия постоянна, они имеют нормальное распределение. После построения регрессионной модели (т.е. после оценки ее параметров по МНК) проводится проверка наличия у остатков этих предполагаемых свойств. Доказано, что для получения по МНК наилучших результатов необходимо, чтобы выполнялся ряд предпосылок относительно свойств остатков.</p> <p>Исследование остатков предполагает проверку наличия следующих пяти предпосылок МНК:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) математическое ожидание остатков равно нулю; 2) дисперсия остатков постоянна; 3) остатки независимы друг от друга; 4) остатки независимы от объясняющей переменной (т.е., от x); 5) остатки имеют нормальное распределение. <p>Если предпосылки 1–5 выполнены, то оценки параметров регрессии, полученные по МНК, обладают следующими свойствами – они являются несмещенными, эффективными и состоятельными. Параметры регрессии, найденные исходя из системы нормальных уравнений, представляют собой выборочные оценки характеристики тесноты (силы) связи. Их несмещенность является желательным свойством, так как только в этом случае они могут иметь практическую значимость. Несмещенность оценок следует из равенства нулю математического ожидания остатков. Следовательно, при большом числе выборочных оцениваний остатки не будут накапливаться и найденные параметры регрессии можно рассматривать как средние значения из возможного большого количества несмещенных оценок. Если оценки обладают свойством несмещенности, то их можно сравнивать по разным исследованиям.</p> <p>В англоязычной литературе несмещенные, состоятельные и эффективные оценки называют BLUE (Best Linear Unbiased Estimators) – наилучшие линейные несмещенные оценки. В этом случае модель называют классической нормальной линейной регрессионной моделью (Classical Normal Linear Regression model).</p> <p>Если предпосылки 2 и/или 3 нарушены (дисперсия остатков непостоянна и/или остатки связаны друг с другом), то свойства несмещенности и состоятельности оценок сохраняются, но свойство эффективности – нет. Непостоянство дисперсии может в отдельных случаях привести к смещенности оценок, хотя несмещенность оценок в основном зависит от соблюдения 4-й предпосылки МНК, т. е. независимости остатков от объясняющей переменной.</p> <p>Проверка предпосылок МНК осуществляется различными аналитическими и графическими методами.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проверка предпосылки о равенстве нулю математического ожидания остатков <p>По t-статистике Стьюдента проверяют гипотезу H_0:</p>	
--	--	---	--

		<p>математическое ожидание остатков равно нулю. Обратная гипотеза Н1: математическое ожидание остатков отлично от нуля. Расчетное значение t-статистики:</p> $t = \frac{\bar{\varepsilon} - 0}{\sigma_{\varepsilon}} \sqrt{n}, \quad (2.13)$  <p>Гомоскедастичность – это постоянство дисперсии остатков. Гетероскедастичность – это непостоянство дисперсии остатков. Для проверки данной предпосылки используют графические и аналитические методы. Графический метод заключается в построении и анализе точечного графика зависимости остатков от расчетных значений результативного признака. Если точки расположены в виде горизонтальной полосы, то гетероскедастичность отсутствует и предпосылка выполняется (см. рис. а), иначе – гетероскедастичность присутствует и предпосылка не выполняется (см. рис. б–г).</p> <p>Расчетное значение статистики Дарбина-Уотсона:</p> $d = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}, \quad 0 \leq d \leq 4 \quad (2.17)$ $\begin{cases} A_s \leq 5\sigma_{A_s} \\ E_s \leq 5\sigma_{E_s} \end{cases}, \quad (2.19)$ <p>где σ_{A_s} и σ_{E_s} – стандартные отклонения асимметрии и эксцесса соответственно.</p> $\sigma_{A_s} = \sqrt{\frac{6 \cdot (n-1)}{(n+1) \cdot (n+3)}} \quad (2.20)$ $\sigma_{E_s} = \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot (n-2) \cdot (n-3)}{(n-1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}} \quad (2.21)$	
3.	Множественная корреляция и регрессия		
3.1.	Понятие о множественной регрессии. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР)	<p>Парная регрессия может дать хороший результат, если влиянием других факторов, воздействующих на результативный признак, можно пренебречь. Однако данный подход не всегда справедлив. Для исследования влияния на результативный признак набора факторов используется метод множественной регрессии и корреляции. Основные цели метода – построить множественную регрессионную модель; определить влияние каждого из факторов, включенных в анализ; определить совокупное воздействие факторов на моделируемый показатель. Общий вид модели (уравнения) множественной регрессии:</p> $\hat{y} = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_m),$ <p>где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_m$ – факторная система модели; f – форма связи между признаками.</p> <p>Факторы, включаемые в модель, должны отвечать следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Они должны быть количественно измеримы. Если необходимо включить качественный (атрибутивный) фактор, то ему нужно придать количественную определенность (например, в виде баллов или ранжирования его значений). – Факторы должны быть независимы между собой. Включение в модель факторов с сильной межфакторной связью (коллинеарных факторов) может привести к нежелательным последствиям – оценки параметров регрессионной 	

		<p>модели, полученные с помощью МНК, будут ненадежны, что делает модель непригодной для анализа и прогнозирования.</p> <p>– Число факторов должно быть рациональным. Хотя теоретически регрессионная модель позволяет включать любое число факторов, практически в этом нет необходимости. Насыщение модели лишними, малозначительными факторами снижает практическую ценность модели, т.к. в этом случае модель начинает отражать не закономерность на фоне случайности, а саму случайность.</p>																																																																																																																		
3.2.	<p>Множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации.</p>	<p>Пусть в результате содержательного анализа было выявлено p факторов, предположительно оказывающих существенное влияние на результирующий признак y; $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_p$, где $j = 1, p$.</p> <table border="1" data-bbox="603 589 1139 801"> <thead> <tr> <th>№ наблюдения</th> <th>y</th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>...</th> <th>x_j</th> <th>...</th> <th>x_p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>y_1</td> <td>x_{11}</td> <td>x_{12}</td> <td>...</td> <td>x_{1j}</td> <td>...</td> <td>x_{1p}</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>y_2</td> <td>x_{21}</td> <td>x_{22}</td> <td>...</td> <td>x_{2j}</td> <td>...</td> <td>x_{2p}</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>y_3</td> <td>x_{31}</td> <td>x_{32}</td> <td>...</td> <td>x_{3j}</td> <td>...</td> <td>x_{3p}</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>i</td> <td>y_i</td> <td>x_{i1}</td> <td>x_{i2}</td> <td>...</td> <td>x_{ij}</td> <td>...</td> <td>x_{ip}</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>y_n</td> <td>x_{n1}</td> <td>x_{n2}</td> <td>...</td> <td>x_{nj}</td> <td>...</td> <td>x_{np}</td> </tr> </tbody> </table> <p>При априорном отборе факторов для включения в регрессионную модель следует рекомендовать: информативные факторы – имеющие сильную связь с y; неколлинеарные факторы – не имеющие сильной связи между собой. Чтобы оценить тесноту связи признаков, используют коэффициент корреляции, рассчитывая его значение для каждой пары признаков:</p> $r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_j)(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$ <p>Все рассчитанные коэффициенты сводят в специальную таблицу – матрицу парных коэффициентов корреляции.</p> <table border="1" data-bbox="603 1261 992 1480"> <thead> <tr> <th></th> <th>y</th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>x_3</th> <th>...</th> <th>x_p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>y</th> <td>r_{yy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>x_1</th> <td>r_{yx_1}</td> <td>$r_{x_1x_1}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>x_2</th> <td>r_{yx_2}</td> <td>$r_{yx_1x_2}$</td> <td>$r_{x_2x_2}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>x_3</th> <td>r_{yx_3}</td> <td>$r_{yx_1x_3}$</td> <td>$r_{yx_2x_3}$</td> <td>$r_{x_3x_3}$</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>...</th> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td></td> </tr> <tr> <th>x_p</th> <td>r_{yx_p}</td> <td>$r_{yx_1x_p}$</td> <td>$r_{yx_2x_p}$</td> <td>$r_{yx_3x_p}$</td> <td>...</td> <td>$r_{x_px_p}$</td> </tr> </tbody> </table>	№ наблюдения	y	x_1	x_2	...	x_j	...	x_p	1	y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1p}	2	y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2p}	3	y_3	x_{31}	x_{32}	...	x_{3j}	...	x_{3p}	i	y_i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{ip}	n	y_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{np}		y	x_1	x_2	x_3	...	x_p	y	r_{yy}						x_1	r_{yx_1}	$r_{x_1x_1}$					x_2	r_{yx_2}	$r_{yx_1x_2}$	$r_{x_2x_2}$				x_3	r_{yx_3}	$r_{yx_1x_3}$	$r_{yx_2x_3}$	$r_{x_3x_3}$				x_p	r_{yx_p}	$r_{yx_1x_p}$	$r_{yx_2x_p}$	$r_{yx_3x_p}$...	$r_{x_px_p}$	
№ наблюдения	y	x_1	x_2	...	x_j	...	x_p																																																																																																													
1	y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1p}																																																																																																													
2	y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2p}																																																																																																													
3	y_3	x_{31}	x_{32}	...	x_{3j}	...	x_{3p}																																																																																																													
...																																																																																																													
i	y_i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{ip}																																																																																																													
...																																																																																																													
n	y_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{np}																																																																																																													
	y	x_1	x_2	x_3	...	x_p																																																																																																														
y	r_{yy}																																																																																																																			
x_1	r_{yx_1}	$r_{x_1x_1}$																																																																																																																		
x_2	r_{yx_2}	$r_{yx_1x_2}$	$r_{x_2x_2}$																																																																																																																	
x_3	r_{yx_3}	$r_{yx_1x_3}$	$r_{yx_2x_3}$	$r_{x_3x_3}$																																																																																																																
...																																																																																																															
x_p	r_{yx_p}	$r_{yx_1x_p}$	$r_{yx_2x_p}$	$r_{yx_3x_p}$...	$r_{x_px_p}$																																																																																																														
3.3.	<p>Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента. Мультиколлинеарность.</p>	<p>Для оценки параметров модели множественной регрессии линейного вида и видов, приводимых к линейному, применяют метод наименьших квадратов (МНК). В случае линейной регрессии параметры a и b находят из следующей системы нормальных уравнений метода МНК;</p> $\begin{cases} \sum y = an + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_m \sum x_m \\ \sum yx_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2 + \dots + b_m \sum x_1x_m \\ \dots \\ \sum yx_m = a \sum x_m + b_1 \sum x_1x_m + b_2 \sum x_2x_m + \dots + b_m \sum x_m^2 \end{cases}$ <p>Проверка адекватности модели множественной регрессии проводится по F-статистике Фишера. H_0: разница между регрессионной и остаточной дисперсиями модели незначительна, т.е. модель неадекватна эмпирическим данным. H_1: модель адекватно описывает эмпирические данные. Расчетное</p>																																																																																																																		

		<p>значение F-статистики: $F = S_y^2 / S_{ост}^2$, где S_y^2 и $S_{ост}^2$ – регрессионная и остаточная дисперсия модели соответственно. $F_{кр} = F(\alpha; df_y; df_{ост}) = F(\alpha; m; n - m - 1)$. (2.22)</p>	
3.4	Проверка значимости параметров модели множественной регрессии Линейного вида	<p>Оценить статистическую надежность (значимость) параметров модели множественной регрессии, так же как и в парной регрессии, можно двумя способами: – по t-статистике Стьюдента; – по доверительному интервалу параметра. В соответствии с первым способом проверяют нулевую гипотезу H_0: рассчитанный параметр статистически ненадежен. Обратная гипотеза H_1: рассчитанный параметр статистически надежен. Расчетное значение t-статистики вычисляют отношением значения параметра и его средней ошибки: $t_a = \frac{a}{m_a}, \quad t_b = \frac{b_j}{m_{b_j}}$</p>	
3.5	Оценка множественной корреляции	<p>Показатели множественной корреляции характеризуют тесноту связи рассматриваемого набора факторов с признаком y, или, иначе, оценивают тесноту совместного влияния факторов на результат. Вид показателя и формула его расчета зависит от формы связи между признаками. При линейной связи используется коэффициент множественной корреляции, который можно определить через матрицу парных коэффициентов корреляции $R_{y,x_1 \dots x_m} = \sqrt{1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_r}}, \quad R_{y,x_1 \dots x_m} = \sqrt{1 - \frac{S_{ост}}{S_{обш}}} = \sqrt{\frac{S_y}{S_{обш}}}$ Описательную силу (качество) множественной регрессии оценивают показателями множественной детерминации, которые отражают, какая доля (или %) общей вариации признака y учтена в модели и обусловлена совокупным влиянием на y всех факторов, включенных в модель. Вид и формула расчета показателя зависит от формы связи между признаками. Коэффициент множественной детерминации применяется при линейной связи. Он равен квадрату коэффициента множественной корреляции $R^2_{y,x_1 \dots x_m} = 1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_r}$ Индекс множественной детерминации, рассчитываемый как квадрат индекса множественной корреляции, используется вне зависимости от формы связи: $R^2_{y,x_1 \dots x_m} = 1 - \frac{S_{ост}}{S_{обш}} = \frac{S_y}{S_{обш}}$</p>	
4.	Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда	<p>Временной ряд (динамический ряд, ряд динамики) – это числовые значения некоторого показателя, расположенные в хронологической последовательности. Элементами временного ряда являются: – уровни ряда y_t – числовые значения показателя; – время t – моменты или интервалы времени, к которым относятся значения показателя. Классификация временных рядов: 1) В зависимости от формы выражения уровней, различают временные ряды абсолютных, относительных и средних величин. 2) В зависимости от формы выражения времени различают моментные и интервальные временные ряды. В моментных рядах уровни характеризуют состояние явления на определенные даты (моменты)</p>	

		<p>времени. В интервальных рядах уровни характеризуют размер явления за период (интервал) времени. Например, списочная численность работников организации на 1-е число каждого месяца – это моментный ряд абсолютных величин; среднесписочная численность работников по месяцам года – это интервальный ряд средних величин; ежегодные объемы капитальных вложений предприятия в природоохранные мероприятия – это интервальный ряд абсолютных величин.</p> <p>3) В зависимости от наличия основной тенденции ряда различают стационарные и нестационарные временные ряды. Основная тенденция временного ряда – это закономерность изменения уровней ряда во времени, более или менее свободная от каких-либо колебаний. Стационарные ряды не имеют основной тенденции развития, нестационарные – имеют.</p> <p>Цель механического сглаживания: снизить колебания уровней ВР и сделать предположения о типе (виде) трендовой модели. Из методов механического сглаживания наиболее популярны:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метод укрупнения интервалов; – метод скользящих средних. <p>Метод укрупнения интервалов основан на переходе от исходных к более крупным интервалам времени (от дней – к неделям (декадам), от месяцев – к кварталам (полугодиям), от лет – к пятилеткам и т.д.). Исходные уровни ряда при этом суммируют (усредняют). При суммировании (усреднении) уровней их индивидуальные колебания взаимопогашаются.</p>	
4.1	Автокорреляция уровней временного ряда	<p>При наличии во ВР тенденции и периодических колебаний значения каждого последующего уровня ряда зависят от предыдущих, т.е. между уровнями существует взаимосвязь. Это явление называют автокорреляцией уровней ВР.</p> <p>Автокорреляция уровней ВР – это корреляционная связь между последовательным уровнями ВР и уровнями этого же ВР, сдвинутыми относительно первоначального положения на некоторое количество единиц времени.</p> <p>Промежуток времени отставания одного явления от другого, связанного с ним, называется лагом L.</p> <p>Автокорреляцию уровней оценивают с помощью коэффициента автокорреляции соответствующего порядка, порядок зависит от сдвига L. Формула коэффициента автокорреляции может быть получена из формулы линейного коэффициента парной корреляции.</p> $r_L = \frac{\sum_{m=L+1}^n (y_m - \bar{y}_m)(y_{m-L} - \bar{y}_{m-L})}{\sqrt{\sum_{m=L+1}^n (y_m - \bar{y}_m)^2 \cdot \sum_{m=L+1}^n (y_{m-L} - \bar{y}_{m-L})^2}}$ <p>С увеличением лага L число пар уровней, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции уменьшается, поэтому рекомендуют максимальный порядок коэффициента автокорреляции, равный n/4.</p> <p>Значимость коэффициентов автокорреляции уровней проверяют по t-статистике Стьюдента. Н0: Рассчитанный коэффициент r L статистически ненадежен. Н1: выборочный коэффициент корреляции r L статистически надежен.</p> <p>Расчетное и критическое значение t-статистики:</p> $t = \frac{ r_L \sqrt{n-L-2}}{\sqrt{1-r_L^2}}; \quad (3.1)$ $t_{\text{крит}} = t(\alpha; df) = t(\alpha; n-L-2). \quad (3.2)$	

5.	<p>Многофакторные динамические модели связи показателей</p>	<p>Интерпретация значений параметров модели. Константа модели a показывает среднюю величину признака y (в абсолютных единицах его измерения) при отсутствии (т.е. при нулевом значении) факторов, входящих в модель. Если факторы не могут иметь нулевого значения или результативный признак y не может существовать без факторов, то вышеуказанная трактовка константы a не имеет смысла.</p> <p>Коэффициент чистой регрессии b_j показывает, на сколько единиц в среднем изменится результативный признак y, если соответствующий фактор x_j изменится на одну единицу при неизменном среднем уровне остальных факторов. При этом знак коэффициента указывает направление связи: если коэффициент положителен – связь прямая, если отрицателен – связь обратная.</p> <p>Т.к. коэффициенты чистой регрессии являются именованными величинами, то они несопоставимы между собой, т.е. по величине b_j нельзя выявить фактор, оказывающий наибольшее «чистое» влияние на результативный признак.</p> <p>Исследование эластичности y по каждому из факторов. Средний коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов в среднем изменится результативный признак y, если фактор x_j изменится в среднем на 1% при неизменном уровне остальных факторов</p> $\bar{\varepsilon}_j = \frac{\partial \bar{y}}{\partial x_j} \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}},$ <p>где $\frac{\partial \bar{y}}{\partial x_j}$ – производная модели по переменной x_j; \bar{x}_j и \bar{y} – средние значения признаков.</p> <p>Для линейной множественной регрессии $\frac{\partial \bar{y}}{\partial x_j} = b_j$, поэтому:</p> $\bar{\varepsilon}_j = b_j \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}. \quad (2.23)$ <p>Прогнозирование значения результативного признака. Прогнозирование заключается в расчете наиболее вероятного среднего значения результативного признака для предполагаемых (планируемых, прогнозируемых) значений факторов (точечный прогноз) и в расчете границ интервала, в котором с установленной вероятностью можно ожидать появления истинного значения результативного признака (доверительный интервал прогноза). Прогнозное значение результативного признака вычисляют подстановкой этих значений в модель регрессии</p> $\hat{y}_{\text{пр}} = a + b_1 x_{1\text{пр}} + b_2 x_{2\text{пр}} + \dots + b_j x_{j\text{пр}} + \dots + b_n x_{n\text{пр}}. \quad (2.24)$	
6.	<p>Моделирование тенденции временного ряда</p>	<p>Трендовая модель – это уравнение, отражающее основную тенденцию ряда. При этом исходят из предположения, что развитие показателя определяется <u>лишь одним фактором</u> – течением времени:</p> $\hat{y}_t = f(t).$ <p>Графическим представлением трендовой модели</p>	

		<p>является линия тренда. Построение трендовой модели включает в себя следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение наличия тренда в исходном ВР; – выбор математической функции, описывающей тенденцию (типа трендовой модели); – оценка параметров модели; – проверка адекватности модели и статистической надежности ее параметров, оценка описательной силы модели. <p>. Методы выявления наличия тренда в исходном вр Для определения наличия тренда в исходном ВР применяется несколько методов. Рассмотрим два из них.</p> <p>--Метод разности средних уровней - Метод Фостера-Стюарта</p> <p>Исследование трендовой модели (ее адекватности, надежности ее параметров, описательной силы модели, выполнения предпосылок МНК) проводится аналогично соответствующим проверкам для регрессионной модели:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Проверка адекватности трендовой модели эмпирическим данным проводится по F-критерию Фишера – Оценка статистической надежности параметров трендовой модели может выполняться 2 способами: по t-критерию Стьюдента и по доверительным интервалам параметров – Для оценки качества (описательной силы) трендовой модели используется коэффициент (для нелинейных трендов – индекс) детерминации R² и средняя ошибка аппроксимации А – Методы проверки выполнения предпосылок МНК 	
7.	Динамические эконометрические модели	<p>К динамическим моделям относят модели, которые в текущую единицу времени (момент или интервал) учитывают значения входящих в модели переменных, относящиеся не только к текущей, но и к предыдущим единицам времени – лаговые переменные.</p> <p><i>Например,</i> потребление товаров длительного пользования зачастую зависит не только от доходов текущего, но и предыдущих периодов. Аналогично, величина основных производственных фондов зависит от размера инвестиций не только текущего года, но и предыдущих лет. Или ставка банковского кредита может зависеть не только от объема денежной массы в наличии, но и от достигнутого ранее процента банковского кредита.</p> <p>Выделяют 2 основных типа динамических моделей:</p> <p>1) Модели, в которых лаговые переменные непосредственно включены в модель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – модели с распределенным лагом; – модели авторегрессии (авторегрессионные модели – АРМ). <p>2) Модели, в которые включены переменные, характеризующие ожидаемый или желаемый уровень результативного признака или одного из факторов в единицу времени t. Этот уровень считается неизвестным и определяется с учетом информации, которой располагали в предыдущую единицу времени t₁:</p> <ul style="list-style-type: none"> – модели неполной (частичной) корректировки; – модели адаптивных ожиданий. <p>Модель с распределенным лагом – это модель, в которой содержатся не только текущие, но и лаговые значения факторных переменных.</p> $\hat{y}_t = a + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + b_2 x_{t-2} + \dots + b_l x_{t-l}$	

		<p>Авторегрессионная модель (АРМ)– это модель, в которой в качестве факторных переменных содержатся также лаговые значения результативного признака.</p> $\hat{y}_t = a + b_0x_t + c_1y_{t-1}$ $b = b_0 + b_0c_1 + b_0c_1^2 + b_0c_1^3 + \dots$ <p>называют долгосрочным мультипликатором. Он характеризует общее изменение результата в долгосрочном периоде.</p> <p>В модели частичной корректировки предполагается, что уравнение определяет не фактическое значение зависимой переменной y, а ее желаемый (целевой) уровень (y^*)</p> $\hat{y}_t^* = a + bx_t \quad \hat{y}_t = a\lambda + b\lambda x_t + (1-\lambda)y_{t-1}$	
8.	Эконометрическое прогнозирование	<p>Прогнозирование методом экстраполяции основной тенденции временного ряда</p> <p>Экстраполяция – это продление на будущее выявленной тенденции временного ряда.</p> <p>Пусть $t_{пр}$– единица времени, для которой делают прогноз $t_{пр} = n + \Delta t$, где Δt срок экстраполяции (период упреждения)</p> <p>Точечный прогноз $\hat{y}_{пр}$ рассчитывают путем подстановки в трендовую модель $t_{пр}$.</p> <p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для линейного тренда $\hat{y}_{пр} = a + b \cdot t_{пр}$ (3.12) - для параболического тренда $\hat{y}_{пр} = a + b \cdot t_{пр} + c \cdot t_{пр}^2$ (3.13) <p>Границы доверительного интервала прогноза:</p> $\hat{y}_{пр}^* = \hat{y}_{пр} - \Delta_{пр}, \quad \hat{y}_{пр}^* = \hat{y}_{пр} + \Delta_{пр}$ <p>где $\hat{y}_{пр}^*$ и $\hat{y}_{пр}^*$ – нижняя и верхняя граница интервала соответственно, $\Delta_{пр}$ – предельная ошибка прогноза.</p> $\Delta_{пр} = \sqrt{S_{ост}^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_{пр} - \bar{t})^2}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2}} \cdot t_{кр}$ <p>Качество интервального прогноза определяется попаданием $Y_{ист}$ в доверительный интервал прогноза.</p>	

4.3. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование тем лабораторных работ	Объем (час.)	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1.	2.	Анализ парной корреляции и регрессии	4	Разбор конкретной ситуации, 4
2.	3.	Проверка предпосылок МНК	2	-
3.		Проведение многофакторного корреляционно-регрессионного анализа	4	-
4.	4.	Построение трендовой модели временного ряда	4	
5.	5.	Построение аддитивной модели временного ряда	3	-
ИТОГО			17	4

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисципли ны</i>	<i>Наименование тем лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	2.	Анализ парной корреляции и регрессии	5	Разбор конкретной ситуации, 2
2.	3.	Проведение многофакторного корреляционно-регрессионного анализа	4	-
ИТОГО			9	2

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрены

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			Σ <i>комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>2</i>	<i>4</i>	<i>23</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
1. Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику	6	+	-	-	1	6	Лекция, СРС	зачет
2. Корреляционно-регрессионный анализ	28	-	-	+	1	28	Лекция, ЛР, СРС	зачет
3. Множественная корреляция и регрессия	26	-	-	+	1	26	Лекция, ЛР, СРС	зачет
4. Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда	10	-	-	+	1	10	Лекция, ЛР, СРС	зачет
5. Многофакторные динамические модели связи показателей	11	-	+	-	1	11	Лекция, ЛР, СРС	зачет
6. Моделирование тенденции временного ряда	8	-	+	-	1	8	Лекция, СРС	зачет
7. Динамические эконометрические модели	9	-	+	-	1	9	Лекция, СРС	зачет
8. Эконометрическое прогнозирование	10	-	-	+	1	10	Лекция, СРС	зачет
<i>всего часов</i>	108	6	28	74	1	108		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Эконометрика : практикум / сост. В.А. Молодых, А.А. Рубежной, А.И. Сосин ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 157 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458941>

3. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

4. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

5. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, СР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991	Лк, ЛР, СР	1 (ЭУ)	1
2	Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251	Лк, ЛР, СР	1(ЭУ)	1
2. Дополнительная литература				
3	Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368	Лк, ЛР, СР	1(ЭУ)	1
4	Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ;	Лк, ЛР, СР	1(ЭУ)	1

	Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491			
5	Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. : ил. - Библиогр.: с. 473-477 - ISBN 978-5-394-02145-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991	Лк, СР	1(ЭУ)	1
6	Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918	ЛР	1(ЭУ)	1
7	Экономическая теория. Методические указания по выполнению практических заданий / М.Ю. Вахрушева. – Братск: ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2013.- 106 с.	СР	51	1
8	Экономика : учебник для бакалавров и специалистов / Под ред. А. В. Лабудина. - Санкт-Петербург : Питер, 2013. - 368 с. - (Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения)	Лк, СР	6	0,24

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»

<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающихся
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии.
Лабораторные работы	Развитие интеллектуальных умений, подготовка ответов к контрольным вопросам, работа с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины, выполнение заданий, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление и оформление отчетов по практическим заданиям.
Самостоятельная работа обучающихся	<i>Подготовка к лабораторным занятиям.</i> Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в теме/разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием на рекомендуемых ресурсах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме. <i>Подготовка к зачету.</i> При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1 АНАЛИЗ ПАРНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И РЕГРЕССИИ

(4 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма проведения анализа парной корреляции и регрессии.

Задание:

Дана выборка объемом n наблюдений пары признаков x и y . Требуется:

1. Описать исходные данные для анализа.
2. Исследовать тесноту и направление линейной корреляционной связи заданных признаков.

2.1. Построить график поля корреляции признаков. Сделать предположение о тесноте и направлении связи между признаками.

2.2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции признаков. Проверить его статистическую надежность на уровне значимости 5%. Результаты представить в таблице 1. Сделать вывод о тесноте и направлении линейной связи между признаками.

Таблица 1

Показатель	Значение
Коэффициент корреляции	
Расчетное значение t -статистики	
Критическое значение t -статистики	

3. Исследовать линейную модель регрессии признаков.

3.1. Построить уравнение регрессии линейного вида.

3.2. Выполнить проверку адекватности модели эмпирическим данным и статистической надежности ее параметров на уровне значимости 5%.

3.3. Оценить описательную силу линейной модели.

3.4. Сделать вывод о пригодности линейной модели для анализа и прогнозирования.

4. Используя линейную модель регрессии:

4.1. Интерпретировать значения параметров модели.

4.2. Найти средний коэффициент эластичности результативного признака (таблица 2). Интерпретировать полученное значение.

4.3. Сделать прогноз результативного признака для заданного (предполагаемого) значения фактора. Результаты представить в таблице 2.

Таблица 2

Показатель	Значение
Средний коэффициент эластичности	
Предполагаемое значение фактора	
Прогноз результативного признака	
Доверительный интервал прогноза	нижняя граница
	верхняя граница

5. Построить нелинейные регрессионные модели логарифмического, параболического, степенного и экспоненциального вида. Сравнить описательную силу всех построенных моделей, включая линейную. Результаты представить в таблице 3.

Таблица 3

Тип модели	Уравнение	Коэффициент (индекс) детерминации
линейная		
логарифмическая		
параболическая		
степенная		
экспоненциальная		

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. Требуется описать, какие признаки (показатели) используются в анализе, в каких единицах они измеряются, каков объем выборки.

2.1. Построение поля корреляции признаков:

- в исходной таблице выделите значения признаков x и y , на панели инструментов вызовите **Мастер диаграмм**;
- на вкладке Вставка выберите диаграмму **Точечная с маркерами**, вид – точки без соединения линиями;
- оформите диаграмму: введите заголовки (название диаграммы – Поле корреляции признаков; Ось $X - x$; Ось $Y - y$), уберите линии сетки по оси Y , уберите легенду;
- разместите диаграмму справа от таблицы исходных данных.

Вывод линии регрессии:

- щелчком правой кнопки мыши выделите ряд данных на диаграмме;
- в контекстном меню выберите команду **Добавить линию тренда**; тип: **линейная**.

Проанализируйте расположение точек на графике и сделайте предположение о характеристиках корреляционной связи между признаками.

2.2. Расчет таблицы 1:

- для расчета r_{xy} используйте функцию **КОРРЕЛ** (категория **Статистические**): в поле **Массив1** укажите диапазон значений фактора x , в поле **Массив2** укажите диапазон значений признака y ;
- расчетное значение t -статистики (t) вычислите по формуле (2.1), в формуле используйте функции **ABS** и **КОРЕНЬ** (категория **Математические**);
- для получения критического значения t -статистики ($t_{\text{крит}}$) используйте функцию **СТБЮДРАСПОБР** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α , в поле **Степени_свободы** введите значение степени свободы df , см. формулу (2.2).

Сопоставив расчетное и критическое значения t -статистик, сделайте вывод о надежности коэффициента корреляции; по абсолютной величине и знаку самого коэффициента – вывод о тесноте и направлении линейной связи признаков.

3.1. Вывод на график регрессионной модели и величины R^2 :

- активизируйте на графике линию регрессии и вызовите контекстное меню: щелчок правой кнопкой мыши по линии;
- выберите в контекстном меню команду **Формат линии тренда**;
- в окне команды перейдите на вкладку **Параметры** и установите два последних флажка: **Показывать уравнение на диаграмме** и **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2** .

Данный способ построения уравнения регрессии прост, однако дает только одну характеристику уравнения – коэффициент (индекс) детерминации R^2 .

Построение модели с помощью инструмента **Регрессия** из статистического пакета **Анализ данных** позволит получить дополнительную статистику, необходимую для проверки адекватности модели и статистической надежности ее параметров.

Вызов инструмента **Регрессия**: команда **Сервис, Анализ данных**. В диалоговом окне **Анализ данных** выделите инструмент **Регрессия** и подтвердите выбор щелчком по кнопке [ОК].

Заполнение окна инструмента:

- **Входной интервал Y** – укажите блок значений y , включив в блок метку;
- **Входной интервал X** – укажите на блок значений x , включив в блок метку;
- **Метки** – установите флажок, т.к. входные интервалы y и x содержат метки;
- **Константа-ноль** – флажок устанавливается, если строится неполная модель, т.е. модель без константы (здесь – флажок не устанавливать);
- **Уровень надежности** – флажок устанавливается, если необходимо изменить значение уровня, заданное по умолчанию: $95\% = 100\% - 5\%$ (здесь – флажок не устанавливать);
- в группе **Параметры вывода** установите переключатель в положение **Выходной интервал** для вывода результатов на текущий рабочий лист; в поле справа от переключателя укажите ссылку на левую верхнюю ячейку выходного диапазона;
- в группе **Остатки** установите флажок **Остатки**.

Обязательными результатами инструмента являются 3 таблицы: **Регрессионная статистика**, **Дисперсионный анализ**, третья таблица не имеет названия. Флажок **Остатки** позволяет получить еще одну таблицу – **Вывод остатка**.

Таблица **Регрессионная статистика** содержит показатели корреляции признаков, качества регрессии, в том числе: коэффициент детерминации R^2 (строка **R-квадрат**); количество наблюдений n (строка **Наблюдения**).

Данные, используемые для проверки адекватности модели, обобщены в таблице **Дисперсионный анализ**. Ниже показана схема таблицы, куда внесены принятые обозначения рассчитанных показателей.

Дисперсионный анализ				
	df	SS	MS	F
Регрессия	df_y	S_y	S_y^2	F
Остаток	$df_{\text{ост}}$	$S_{\text{ост}}$	$S_{\text{ост}}^2$	
Итого	$df_{\text{общ}}$	$S_{\text{общ}}$		

Таблица без названия включает параметры модели и их статистические оценки.

	Коэффи-	Стандарт-ная	t -статис-	Нижние	Верхние
--	---------	--------------	--------------	--------	---------

	циенты	ошибка	тика	95%	95%
Y-пересечение	a	m_a	t_a	$a - \Delta_a$	$a + \Delta_a$
x	b	m_b	t_b	$b - \Delta_b$	$b + \Delta_b$

Таблица **Вывод остатка** содержит номера наблюдений, расчетные значения результативного признака и остатки модели.

Вывод остатка		
Наблюдение	Предсказанное y	Остатки
i	\hat{y}_i	ε_i

Опишите, совпадают ли результаты (коэффициент корреляции, параметры модели, коэффициент детерминации), полученные разными способами.

3.2. Все показатели, необходимые для проверки, кроме критических значений F -статистики Фишера и t -статистики Стьюдента, содержатся в таблице **Дисперсионный анализ** и в таблице без названия (см. выше).

Для получения критического значения F -статистики используйте функцию **FRASPOBR** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α ; в поле **Степени_свободы1** укажите ссылку на значение степени свободы регрессионной дисперсии (таблица **Дисперсионный анализ**); в поле **Степени_свободы2** укажите ссылку на значение степени свободы остаточной дисперсии (таблица **Дисперсионный анализ**).

Вывод об адекватности модели сделайте по результатам сравнения расчетного и критического значений F -статистики.

Вывод о статистической надежности каждого параметра модели сделайте по результатам:

- сравнения расчетного и критического значений его t -статистики;
- анализа доверительного интервала параметра.

Для получения критического значения t -критерия Стьюдента используйте функцию **СТЬЮДРАСПОБР** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α ; в поле **Степени_свободы** введите значение степени свободы df , см. формулу (2.6) или укажите ссылку на значение степени свободы остаточной дисперсии (таблица **Дисперсионный анализ**).

3.3. Описательную силу (качество) регрессионной модели оцените с помощью коэффициента детерминации R^2 (таблица **Регрессионная статистика**) и средней ошибкой аппроксимации \bar{A} .

Ошибку аппроксимации \bar{A} рассчитайте по формуле (2.5):

- дополните таблицу **Вывод остатка** графой, значения в которой рассчитайте как абсолютную величину отношения остатка к эмпирическому значению результативного признака: $= |\varepsilon_i / y_i|$. При записи формулы в Excel используйте функцию **ABS** (категория **Математические**);
- величину \bar{A} найдите как среднее полученных значений с помощью функции **СРЗНАЧ** (категория **Статистические**);
- установите процентный формат для ячейки, содержащей полученное значение \bar{A} .

3.4. Вывод о пригодности модели для использования сделайте с учетом результатов исследования адекватности и качества модели, статистической надежности ее параметров.

4.1. Интерпретацию параметров выполните, исходя из смыслового значения фактора и результативного признака. Помните – константа не всегда поддается интерпретации (см. теорию, п. 2.8).

4.2. Средний коэффициент эластичности (таблица 2) рассчитайте по формуле (2.7).

При записи формулы в Excel укажите ссылку на значение коэффициента регрессии b (в таблице без названия). Для нахождения среднего значения каждого признака используйте функцию **СРЗНАЧ**. Аргументом функции должна быть ссылка на блок значений соответствующего признака в таблице исходных данных.

Интерпретируйте полученное значение среднего коэффициента эластичности в терминах исходной задачи.

4.3. Прогнозирование (таблица 2):

Прогнозное значение результативного признака рассчитайте по формуле (2.8). При записи формулы в Excel используйте ссылки на значения параметров модели и предполагаемое значение фактора.

Нижнюю границу доверительного интервала прогноза рассчитайте по формулам (2.9) и (2.11). При записи формулы в Excel используйте функции **КОРЕНЬ**, **СРЗНАЧ**, **КВАДРОТКЛ**, **СТЬЮДРАСПОБР**.

Формулы расчета нижней и верхней границ доверительного интервала различаются только видом математической операции: в одном случае – разность, в другом – сумма.

Рекомендуется ввести формулу расчета нижней границы и, установив в ней абсолютную адресацию ссылок, скопировать в ячейку верхней границы. Затем откорректировать формулу, поменяв знак «-» на «+».

Установка абсолютной адресации ссылок: в формуле поместите курсор перед каждым адресом (или внутри адреса) и нажмите на клавиатуре функциональную клавишу [F4] (в адресе появятся знаки \$). Подтвердите изменения, нажав клавишу [Enter].

Опишите сделанные прогнозы в терминах исходной задачи.

5. Построение нелинейных моделей.

Нелинейные модели можно построить с помощью графика поля корреляции, на который выведена линейная модель.

Для каждой нелинейной модели выполните следующие действия:

–сделайте копию графика;

–щелчком правой кнопки мыши выделите линию регрессии на копии графика, в контекстном меню выберите команду **Формат линии тренда**;

–в диалоговом окне **Формат линии тренда**, на вкладке **Тип** выберите соответствующий тип модели.

Скопируйте уравнения и величину R^2 с графиков в таблицу 3.

При сравнении описательной силы моделей используйте величину R^2

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое корреляция?
2. Что такое регрессия?
3. Для какой цели проводится анализ парной корреляции и регрессии?
4. Перечислите основные показатели для проведения парной корреляции и регрессии.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. :

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

2. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. -

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего рассчитывается парный линейный коэффициент корреляции?
2. О чем свидетельствует коэффициент детерминации, равный 0,97?
3. Есть ли альтернатива проведению анализа парной линейной корреляции и регрессии?

Лабораторная работа №2
ПРОВЕРКА ПРЕДПОСЫЛОК МНК

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма проведения проверки предпосылок МНК.

Задание:

Дана выборка объемом n наблюдений пары признаков x и y . Требуется:

1. Построить линейную модель парной регрессии. Найти остатки модели.
2. Проверить выполнение предпосылки о равенстве нулю математического ожидания остатков, используя метод проверки по t -статистике. Результаты представить в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Значение
Расчетное значение t -статистики, t	
Критическое значение t -статистики, $t_{\text{крит}}$	

3. Проверить выполнение предпосылки о постоянстве дисперсии остатков, используя метод Голдфелда-Кванда. Результаты расчетов представить в таблице 2.

Таблица 2

Показатель	Значение
Расчетное значение F -статистики, F	
Критическое значение F -статистики, $F_{\text{крит}}$	

4. Проверить выполнение предпосылки о независимости остатков друг от друга, используя аналитические методы проверки: критерий Дарбина-Уотсона и анализ коэффициента автокорреляции остатков. Результаты расчетов представить в таблице 3.

Таблица 3

Показатель	Значение
Расчетное значение статистики DW , d	
Критическое значение статистики DW	нижнее, d_L
	верхнее, d_U
Коэффициент автокорреляции остатков	

5. Проверить выполнение предпосылки о независимости остатков от объясняющей переменной, используя графический метод проверки.

6. Проверить выполнение предпосылки о нормальном распределении остатков, используя показатели формы распределения ряда остатков (асимметрию и эксцесс). Результаты представить в таблице 4.

Таблица 4

Показатель	Значение
Асимметрия (As)	
$3\sigma_{As}$	
Эксцесс (Es)	
$5\sigma_{Es}$	

7. Обобщить выводы о выполнении всех предпосылок МНК.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. Построение линейной модели парной регрессии. Нахождение ряда остатков:
 - Из файла с вариантами к ЛР 1 скопируйте в новую книгу таблицу исходных данных, соответствующую назначенному варианту.
 - Построение модели рекомендуется выполнить с помощью инструмента **Регрессия** из пакета **Анализ данных** (см. рекомендации к лабораторной работе №1, п. 3.1). При заполнении элементов диалогового окна инструмента дополнительно установите флажок **График остатков**. Эта опция позволяет получить точечный график зависимости остатков от объясняющей переменной, т.е. от x .

2. Проверка предпосылки о равенстве нулю математического ожидания остатков:
 - Расчетное значение t -статистики Стьюдента (t) найдите по формуле (2.13). В записи формулы используйте функции **СРЗНАЧ**, **СТАНДОТКЛОН** (категория **Статистические**) и **КОРЕНЬ** (категория **Математические**). Функции **СРЗНАЧ** и **СТАНДОТКЛОН** позволяют получить среднее значение и стандартное отклонение остатков соответственно. Аргументом каждой функции должна быть ссылка на диапазон ряда остатков в таблице **ВЫВОД ОСТАТКА**.
 - Для получения критического значения t -статистики ($t_{\text{крит}}$) используйте функцию **СТЮДРАСПОБР**, аргументы функции задайте в соответствии с выражением (2.14).
 - Сопоставив расчетное и критическое значения t -статистик, сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

3. Проверка предпосылки о постоянстве дисперсии остатков (метод Голдфельда-Квандта):
 - Исключаемые центральные наблюдения рекомендуется выделить в таблице исходных данных цветной заливкой. Для модели парной регрессии при $n=10$ и $n=12$ можно исключить 2 наблюдения, при $n=15$ – 3 наблюдения.
 - Для построения регрессий по оставшимся группам данных и нахождения суммы квадратов остатков каждой регрессии используйте функцию **ЛИНЕЙН** (категория **Статистические**). Эта функция не только возвращает параметры линейной регрессии, но и позволяет получить статистику, характеризующую уравнение. Поскольку возвращается массив значений, то функция должна задаваться в виде формулы массива.

Последовательность действий:

1) Выделите область пустых ячеек 5×2 (5 строк, 2 столбца) для вывода результатов.

2) Выполните вызов функции и введите аргументы функции:

- в поле **Известные значения y** укажите ссылку на диапазон значений y в одной из групп;
- в поле **Известные значения x** укажите ссылку на диапазон значений x этой же группы;
- значение в поле **Конст** определяет наличие или отсутствие константы в уравнении (0 – константа равна 0; 1 – константа рассчитывается обычным образом); введите значение 1;
- значение в поле **Статистика** указывает на необходимость вывода дополнительной статистики по уравнению (0 – выводятся только значения параметров уравнения, 1 – выводятся дополнительная информация); введите значение 1.

3) В левой верхней ячейке выделенной области появится первый элемент массива итоговых данных.

Чтобы раскрыть весь массив, нажмите на клавиатуре функциональную клавишу **[F2]**, а затем – комбинацию клавиш **[Ctrl]+[Shift]+[Enter]**.

Повторите выполнение указанных действий для построения регрессии по второй группе данных.

Схема размещения данных в массиве:

Коэффициент регрессии b	Константа a
Средняя ошибка коэффициента регрессии m_b	Средняя ошибка константы m_a
Коэффициент детерминации R^2	Стандартная ошибка $\sqrt{S_{\text{ост}}^2}$
Расчетное значение F -статистики	Число степеней свободы $df_{\text{ост}}$
Регрессионная сумма квадратов S_y	Остаточная сумма квадратов $S_{\text{ост}}$

- Расчетное значение F -статистики (F) найдите по формуле (2.15). При записи формулы используйте ссылки на остаточные суммы квадратов $S_{\text{ост}}$ построенных уравнений (правая нижняя ячейка в каждом массиве).
- Критическое значение F -статистики ($F_{\text{крит}}$) получите с помощью функции **FRASPOBR**, аргументы функции задайте в соответствии с выражением (2.16).
- Сопоставив расчетное и критическое значения F -статистик, сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

4. Проверка предпосылки о независимости остатков друг от друга:

- По формуле (2.17) найдите расчетное значение статистики Дарбина-Уотсона (d). Для числителя дроби используйте функцию **СУММКВРАЗН**, для знаменателя дроби – функцию **СУММКВ**. Обе функции входят в категорию **Статистические**.

Ввод аргументов функции **СУММКВРАЗН**: в поле **Массив_х** укажите ссылку на диапазон ряда остатков в таблице **ВЫВОД ОСТАТКА**, не включая в диапазон первое значение; в поле **Массив_у** – ссылку на диапазон ряда остатков без последнего значения.

В качестве аргумента функции **СУММКВ** укажите ссылку на весь диапазон ряда остатков.

– Нижнее и верхнее критическое значение критерия DW (d_L и d_U) выберите по заданному уровню значимости α , объему выборки (n) и числу объясняющих переменных в модели ($m=1$). Статистическая таблица значений d_L и d_U для 5%-го уровня значимости приведена в файле.

– Сопоставив расчетное и критические значения статистик, сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

– Для расчета коэффициента автокорреляции остатков используйте функцию **КОРРЕЛ** (категория **Статистические**): в поле **Массив1** укажите ссылку на диапазон ряда остатков в таблице **ВЫВОД ОСТАТКА**, не включая в диапазон первое значение; в поле **Массив2** – ссылку на диапазон ряда остатков без последнего значения.

– Проанализируйте полученное значение коэффициента и сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

5. Проверка предпосылки о независимости остатков от объясняющей переменной:

– Графический метод проверки предполагает построение точечного графика зависимости остатков от величины фактора x . Данный график был построен при выполнении п.1 задания. Он является результатом инструмента **Регрессия** и называется **X График остатков**.

– Проанализируйте расположение точек на графике и сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

6. Проверка предпосылки о нормальном распределении остатков:

– Для нахождения асимметрии (As) ряда остатков используйте функцию **СКОС**, для нахождения эксцесса (Es) – функцию **ЭКЦЕСС**. Обе функции входят в категорию **Статистические**. В качестве аргумента каждой функции укажите ссылку на диапазон ряда остатков в таблице **ВЫВОД ОСТАТКА**.

– Стандартные отклонения асимметрии (σ_{As}) и эксцесса (σ_{Es}) рассчитайте по формулам (2.20) и (2.21). Значения $3\sigma_{As}$ и $5\sigma_{Es}$ получите умножением соответствующего стандартного отклонения на константу.

– Проанализируйте выполнение системы неравенств (2.19) и сделайте вывод о выполнении проверяемой предпосылки.

7. Обобщение выводов о выполнении всех предпосылок МНК.

При обобщении выводов проанализируйте, обладают ли оценки параметров регрессии, полученные по МНК, свойствами несмещенности, эффективности и состоятельности.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое МНК?
2. Перечислите предпосылки МНК?
3. С какой целью проверяются предпосылки МНК?
4. Какой результат дает проверка предпосылок МНК?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера.

- 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

2. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего проводится проверка предпосылок МНК?
2. Для чего рассчитывается значение Дарбина-Уотсона?
3. Расскажите все, что знаете про F-статистику.

Лабораторная работа №3.

ПРОВЕДЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма проведения многофакторного корреляционно-регрессионного анализа.

Задание:

Дана выборка объемом n наблюдений 4-х факторов и результативного признака. Требуется:

1. Подготовить и описать исходные данные для анализа.
2. Построить графики поля корреляции результативного признака с каждым из предложенных факторов.

Сделать предположение о тесноте и направлении связи между признаками.

3. Построить регрессионную модель линейного вида с полным набором предложенных факторов. Оценить статистическую значимость модели и ее параметров на уровне 5%. Сделать вывод о пригодности модели для практического использования.

4. Построить матрицу коэффициентов корреляции признаков и с ее помощью отобрать 2 фактора для включения в модель.

5. Построить модель линейного вида с отобранными факторами. Оценить статистическую значимость модели и ее параметров на уровне 5%. Сделать вывод о пригодности этой модели для практического использования.

6. Используя модель с отобранными факторами:

6.1. Оценить тесноту связи результативного признака с совокупностью отобранных факторов и описательную силу модели.

6.2. Сделать интерпретацию коэффициентов чистой регрессии.

6.3. Рассчитать средние коэффициенты эластичности, интерпретировать их значения и на их основе дать сравнительную оценку влияния факторов на результативный признак.

6.4. Рассчитать прогнозное значение результативного признака, если предполагаемые значения факторов составляют K % от их максимальной величины.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. На основе общей таблицы исходных данных создайте на листе новой рабочей книги таблицу исходных данных своего варианта, скопировав в нее нужные столбцы. Опишите, какие признаки использованы в анализе, каков объем исходной выборки.

2. Для построения и анализа каждого из графиков поля корреляции воспользуйтесь рекомендацией 2.1 к ЛР 1.
3. Построение регрессионной модели линейного вида с полным набором из 4-х предложенных факторов:
 - Для построения модели используйте инструмент *Регрессия*: в поле *Входной интервал Y* укажите ссылку на диапазон значений результативного признака y , в поле *Входной интервал X* – ссылку на единый блок значений всех факторов; включите в входные интервалы признаков метки; результаты выведите на текущий лист.
 - Адекватность модели оцените по F -критерию Фишера. Критическое значение F -критерия найдите с помощью функции *FPАСПОБР* (категория *Статистические*), аргументы функции задайте в соответствии с выражением.
 - Статистическую значимость каждого параметра модели оцените по его доверительному интервалу. Сделайте вывод о пригодности данной модели для практического использования.
4. Построение матрицы коэффициентов корреляции признаков:
 - Матрицу коэффициентов корреляции признаков рассчитайте с помощью инструмента *Корреляция* из пакета *Анализ данных*.
 - Заполнение параметров окна *Корреляция*: в поле *Входной интервал* укажите ссылку на единый блок значений всех признаков (т.е. и 4-х факторов, и результативного признака); включите в блок метки столбцов; переключатель *Группирование* установите в положение *По столбцам*; задайте вывод результатов на текущий лист.
 - Пример отбора факторов.
5. Построение модели с отобранными факторами:
 - На новый лист скопируйте из своей таблицы исходных данных значения результативного признака и отобранных факторов.
 - Модель с отобранными факторами постройте с помощью инструмента *Регрессия* (см. рекомендацию 3).
 - Адекватность модели оцените по F -критерию Фишера. Критическое значение F -критерия найдите с помощью функции *FPАСПОБР* (категория *Статистические*), аргументы функции задайте в соответствии с выражением.
 - Статистическую значимость каждого параметра модели оцените по его доверительному интервалу. Сделайте вывод о пригодности данной модели для практического использования.
6. Практическое использование модели с отобранными факторами.
 - 6.1. Оценка тесноты связи результативного признака с совокупностью отобранных факторов и описательной силы модели:
 - Значение коэффициента множественной корреляции – см. в таблице *Регрессионная статистика (Множественный R)*. При анализе значения коэффициента используйте шкалу тесноты связи.
 - Описательную силу модели оцените с помощью коэффициента множественной детерминации R^2 и средней ошибки аппроксимации \bar{A} . Значение коэффициента множественной корреляции – см. в таблице *Регрессионная статистика (R-квадрат)*. Значение ошибки аппроксимации \bar{A} рассчитайте по формуле, воспользуйтесь рекомендацией 3.3 к ЛР 1. Проанализируйте значения показателей.
 - 6.2. Интерпретация коэффициентов чистой регрессии.
 - 6.3. Анализ эластичности: средние коэффициенты эластичности результативного признака по каждому из факторов рассчитайте по формуле (2.23), для нахождения средних значений признаков используйте функцию *СРЗНАЧ* (категория *Статистические*). Проанализируйте полученные значения.
 - 6.4. Прогнозирование: прогнозные значения результативного признака рассчитайте подстановкой в модель предполагаемых значений факторов – формула. Для нахождения максимальных значений факторов используйте функцию *МАКС* (категория *Статистические*). Опишите сделанный прогноз.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое множественная корреляция?
2. Запишите любое множественное уравнение регрессии.
3. С какой целью проверяются множественная корреляция и регрессия?

4. Какой результат дает анализ множественной корреляции и регрессии?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

2. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего проводится анализ множественной корреляции и регрессии?
2. Для чего нужна функция в Ms Excel ФРАСПОБР?
3. Расскажите все, что знаете про множественный R^2 .

Лабораторная работа №4 ПОСТРОЕНИЕ ТРЕНДОВОЙ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма построения трендовой модели временного ряда.

Задание:

Дан временной ряд показателя длиной n лет. Требуется:

1. Описать исходные данные.
2. Построить график, отражающий траекторию временного ряда, проанализировать изменение значений показателя за исследуемый период времени.
3. Проанализировать автокорреляцию уровней временного ряда, расчеты представить в таблице 1. Статистическую надежность коэффициентов автокорреляции оценить на уровне значимости 5%. Сделать вывод о структуре временного ряда.

Таблица 1

Коэффициенты	Значения	Значения t -статистик
--------------	----------	-------------------------

<i>автокорреляции</i>	<i>коэффициентов</i>	<i>t</i>	<i>t_{крит}</i>
<i>r₁</i>			
<i>r₂</i>			
...			

4. Провести механическое сглаживание временного ряда методом скользящих средних и сделать предположение о форме трендовой модели временного ряда.

5. Определить наличие тренда в исходном ВР.

5.1. Используя метод разности средних уровней.

5.2. Используя метод Фостера-Стюарта. Результаты представить в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

<i>t</i>	<i>y_t</i>	<i>k_t</i>	<i>l_t</i>	<i>k_t+ l_t</i>	<i>k_t- l_t</i>
1		–	–	–	–
2					
...					

Таблица 3

<i>Наличие тренда средних</i>	
<i>S</i>	
<i>μ</i>	
<i>σ_S</i>	
<i>t_S</i>	
<i>t_{крит}</i>	
<i>Наличие тренда дисперсии</i>	
<i>d</i>	
<i>σ_d</i>	
<i>t_d</i>	
<i>t_{крит}</i>	

6. Подобрать тип трендовой модели (линейный или параболический) аналитическим способом, расчеты представить в таблице 4.

Таблица 4

<i>Исходный ряд</i>	<i>Сглаженный ряд</i>	<i>Характеристики прироста</i>	
		<i>Абсолютные цепные приросты</i>	<i>Ускорения приростов</i>

7. Построить трендовую модель выбранного типа. Сделать все исследования этой модели на уровне значимости 5% и вывод о ее пригодности для практического использования.

8. Спрогнозировать значение показателя методом экстраполяции по трендовой модели на 1,2 и 3 года вперед. Используя истинные значения показателя в указанные годы, оценить качество сделанных прогнозов. Результаты представить в таблице 5.

Таблица 5

<i>Время прогноза</i>	<i>Прогнозные значения</i>	<i>Истинные значения</i>	<i>Ошибка прогноза</i>	
			<i>абсолютная</i>	<i>относительная</i>

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. Опишите, какой показатель исследуется, какова длина временного ряда. К какому типу относится временной ряд (по форме представления времени и уровней ряда).

2. Построение графика траектории временного ряда: график постройте как диаграмму типа *график с маркерами*; оформите диаграмму: введите заголовки, уберите линии сетки по оси Y. Проанализируйте изменение значений показателя за исследуемый период времени. Наблюдается ли наличие основной тенденции показателя на графике?

3. Исследование автокорреляции уровней ряда и построение коррелограммы:

– Для расчета коэффициентов автокорреляции уровней используйте функцию **KORPEL** (категория **Статистические**): в поле **Массив 1** укажите блок исходных уровней ряда; в поле **Массив 2** – блок уровней с соответствующим лагом (сдвигом); **указывать только парные уровни!!!**

– Расчетные значения t -статистики Стьюдента найдите по формуле. При записи формулы используйте функции **ABS** и **КОРЕНЬ** (категория **Математические**), а также ссылку на значение соответствующего коэффициента автокорреляции.

– С помощью функции **СТЬЮДРАСПОБР** (категория **Статистические**) определите критические значения t -статистики, значение степени свободы задайте в соответствии с формулой.

– По результатам сравнения расчетного и критического значения t -статистик, сделайте вывод о надежности каждого коэффициента автокорреляции уровней.

– Коррелограмму постройте как диаграмму типа **обычная гистограмма**; оформите диаграмму: введите заголовки (название диаграммы, подписи осей X и Y); уберите легенду.

Проанализируйте АКФ и коррелограмму и сделайте вывод о структуре временного ряда.

4. Механическое сглаживание временного ряда методом скользящих средних:

– Скопируйте график траектории временного ряда.

– Щелчком правой кнопки мыши активизируйте ряд данных на диаграмме, в контекстном меню выберите команду **Добавить линию тренда**.

– Тип: **линейная фильтрация**; количество точек фильтрации подберите визуально по графику (сглаженная линия должна быть достаточно гладкой).

Проанализируйте сглаженный ряд и сделайте предположение о типе трендовой модели (линейная или нелинейная функция).

5.1. Определение наличия тренда методом разности средних уровней:

– Разделите исходный ряд на две части, одну из них выделите заливкой.

– Проверка гипотезы о равенстве дисперсий обеих частей ряда с помощью F -статистики Фишера реализована в Excel инструментом **Двухвыборочный F-тест для дисперсии** из пакета **Анализ данных**.

– Заполнение окна инструмента: в качестве интервалов переменных укажите блоки значений каждой части ряда (без меток); установите вывод результатов на текущий лист.

Ниже показана схема результирующей таблицы, куда внесены принятые обозначения рассчитанных показателей.

Двухвыборочный F-тест для дисперсии		
	<i>Переменная 1</i>	<i>Переменная 2</i>
Среднее	\bar{y}_1	\bar{y}_2
Дисперсия	σ_1^2	σ_2^2
Наблюдения	n_1	n_2
df	df_1	df_2
F	F	
P(F<=f) одностороннее		
F критическое одностороннее	$F_{\text{крит}}$	

Из сравнения расчетного и критического значений F -статистики сделайте вывод о равенстве дисперсий обеих частей ряда.

– Проверка гипотезы об отсутствии тренда с использованием t -статистики Стьюдента реализована в Excel инструментом **Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями** из пакета **Анализ данных**.

– Заполнение окна инструмента: в качестве интервалов переменных укажите блоки значений каждой части ряда (без меток); гипотетическую среднюю разность задайте как 0; установите вывод результатов на текущий лист.

Ниже показана схема результирующей таблицы, куда внесены принятые обозначения рассчитанных показателей.

Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями		
	<i>Переменная 1</i>	<i>Переменная 2</i>
Среднее	\bar{y}_1	\bar{y}_2
Дисперсия	σ_1^2	σ_2^2
Наблюдения	n_1	n_2
Объединенная дисперсия	σ	
Гипотетическая разность средних	0	
df	df	

t-статистика	t	
P(T<=t) одностороннее		
t критическое одностороннее		
P(T<=t) двухстороннее		
t критическое двухстороннее	$t_{\text{крит}}$	

Из сравнения расчетного (!!! взятого по модулю) и критического значений t -статистики сделайте вывод о наличии тренда.

5.2. Определение наличия тренда методом Фостера-Стюарта:

- Постройте таблицу 2, значения y_t скопируйте из исходной таблицы.
- Значения k_t и l_t найдите в соответствии с выражением (3.3), используя функцию **ЕСЛИ** (категория **Логические**) и **МАКС** (категория **Статистические**). Проверьте правильность полученных значений.

- Рассчитайте две последние графы таблицы 2.
- Постройте таблицу 3.

- Значение величины S найдите по формуле (3.4), используя функцию **СУММ** (категория **Математические**). Аргумент функции – блок значений соответствующего столбца таблицы 2. Значения μ и σ_S выберите из таблицы, приведенной в разделе 3.5.1 конспекта лекций. Расчетное значение t -статистики t_S найдите по формуле (3.6), используя функцию **ABS** (категория **Математические**); критическое значение t -статистики – в соответствии с выражением (3.7). Сопоставив расчетное и критическое значения t -статистики сделайте вывод о наличии тренда средних.

- Значение величины d найдите по формуле (3.5), используя функцию **СУММ** (категория **Математические**). Аргумент функции – блок значений соответствующего столбца таблицы 2. Значения μ и σ_d выберите из таблицы, приведенной в разделе 3.5.1 конспекта лекций. Расчетное значение t -статистики t_d найдите по формуле (3.8), используя функцию **ABS** (категория **Математические**); критическое значение t -статистики – в соответствии с выражением (3.9). Сопоставив расчетное и критическое значения t -статистики сделайте вывод о наличии тренда дисперсии.

6. Подбор типа трендовой модели аналитическим способом:

- Значения уровней сглаженного ряда в таблице 4 рассчитайте с помощью функции **СРЗНАЧ** (категория **Статистические**); **количество усредняемых уровней исходного ряда должно совпадать с количеством точек сглаживания на графике сглаживания (см. п.4 задания)!!!**

- Значения характеристик прироста найдите по формулам (3.10) и (3.11).

- По каждому ряду значений характеристик прироста постройте диаграмму типа **график с маркерами**; оформите каждую диаграмму: введите заголовки, уберите линии сетки по оси Y . Проанализируйте изменение значений и сделайте вывод о типе трендовой модели (линейный тренд или парабола).

7. Построение трендовой модели временного ряда: модель построить с помощью инструмента **Регрессия**.

При построении трендовой модели **линейного типа** в качестве переменной X выступает время t , в качестве переменной Y – уровни исходного ряда. Укажите вывод остатков модели (для нахождения средней ошибки аппроксимации)

При построении трендовой модели **параболического типа** необходимо привести модель к линейной форме путем введения в модель второй факторной переменной, значения которой рассчитывают как квадрат t (т.е. t^2). Значения факторных переменных должны располагаться в **смежных столбцах** электронной таблицы, поэтому рекомендуется привести таблицу исходных данных к следующему виду:

t	t^2	y_t

В этом случае при заполнении диалогового окна инструмента **Регрессия** в поле **Входной интервал X** нужно указать ссылку на общий диапазон ячеек, содержащих значения t и t^2 , включив в диапазон метки столбцов.

Проведите все статистические исследования построенной модели и ее параметров. Кроме того, проверьте предпосылку об отсутствии автокорреляции остатков модели (по критерию DW).

Сделайте вывод о пригодности построенной модели для прогнозирования.

8. Прогнозирование:

- Прогнозные значения показателя рассчитайте по формуле, в зависимости от типа модели.

- Абсолютную и относительную ошибки прогноза найдите по формулам, для относительной ошибки прогноза установите процентный формат.
- Опишите прогнозы и их качество в терминах исходной задачи.

Значения статистик Дарбина - Уотсона d_L и d_U при 5%-ном уровне значимости

n	m=1		m=2		m=3		m=4		m=5	
	d_L	d_U								
6	0,61	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,70	1,36	0,47	1,90	-	-	-	-	-	-
8	0,76	1,33	0,56	1,78	0,37	2,29	-	-	-	-
9	0,82	1,32	0,63	1,70	0,46	2,13	-	-	-	-
10	0,88	1,32	0,70	1,64	0,53	2,02	-	-	-	-
11	0,93	1,32	0,66	1,60	0,60	1,93	-	-	-	-
12	0,97	1,33	0,81	1,58	0,66	1,86	-	-	-	-
13	1,01	1,34	0,86	1,56	0,72	1,82	-	-	-	-
14	1,05	1,35	0,91	1,55	0,77	1,78	-	-	-	-
16	1,1	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,9	1,71	0,78	1,9	0,67	2,1
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,4	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,2	1,41	1,1	1,54	1,0	1,68	0,9	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,8	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,9	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,1	1,66	1,01	1,78	0,93	1,9
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,3	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,1	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,2	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое дисперсия?
2. Как и для чего можно определить наличие тренда?
3. Что такое сглаженный ряд?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»,

2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2.Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1.Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

2.Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3.Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое линия тренда?
2. Для чего строится трендовая модель временного ряда?
3. Расскажите все, что знаете про построение трендовой модели линейного вида.

Лабораторная работа №5 ПОСТРОЕНИЕ АДДИТИВНОЙ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма построения аддитивной модели временного ряда.

Задание:

Даны поквартальные значения показателя за несколько лет. Требуется:

1. Описать исходные данные.
2. Построить график, отражающий траекторию временного ряда, проанализировать изменение значений показателя за исследуемый период времени.
3. Исследовать автокорреляцию уровней временного ряда, сделать вывод о структуре ряда. Расчеты представить в таблице 1.

Таблица 1

<i>Коэффициенты автокорреляции уровней</i>	<i>Значения коэффициентов</i>
r_1	
r_2	
r_3	
r_4	

4. Построить аддитивную модель уровней временного ряда.
 - 4.1. Рассчитать значение сезонной компоненты для каждого квартала года. Расчеты представить в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

<i>Сквозной номер квартала</i>	<i>Квартал года</i>	<i>Исходные уровни</i>	<i>Скользящие средние</i>	<i>Центрированные скользящие средние</i>	<i>Абсолютные отклонения</i>
1	I		–	–	–
2	II			–	–
3	III				
4	IV				
5	I				
6	II				
...	...		–	–	–
12	IV		–	–	–

Таблица 3

Квартал года	Сезонная компонента квартала
I	
II	
III	
IV	
Сумма	

4.2. Рассчитать трендовую и случайную компоненты ряда. Расчеты представить в таблице 4.

Таблица 4

Сквозной номер квартала	Исходные уровни	Сезонная компонента квартала	Выровненные данные	Трендовая компонента	Регулярные компоненты	Случайная компонента
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
...						
12						

4.3. Дополнить график траектории исходного ряда значениями регулярных компонент ряда. Проанализировать графики.

4.4. Написать аддитивную модель ряда. Оценить описательную силу аддитивной модели.

5. Спрогнозировать значения предложенного показателя на следующий год. Оценить качество сделанных прогнозов. Расчеты представить в таблице 5.

Таблица 5

Время прогноза	Прогноз трендовой компоненты	Сезонная компонента квартала	Прогноз уровня ряда	Истинное значение уровня	Абс. ошибка прогноза	Относит. ошибка прогноза
13						
14						
15						
16						

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. Опишите, какой показатель используется в анализе, в каких единицах он измеряется, какова длина временного ряда. Определите вид временного ряда (в зависимости от формы представления времени и уровней ряда).

2. График траектории временного ряда постройте как диаграмму типа *график с маркерами*; оформите диаграмму: введите заголовки, уберите линии сетки по оси Y. Проанализируйте изменение значений показателя за исследуемый период времени. Наблюдается ли наличие основной тенденции и периодических колебаний показателя на графике?

3. Исследование автокорреляции уровней ряда:

– Для расчета коэффициентов автокорреляции уровней используйте функцию **KORPEЛ** (категория **Статистические**): в поле **Массив 1** укажите блок исходных уровней ряда; в поле **Массив 2** – блок уровней с соответствующим лагом (сдвигом); **указывать только парные уровни!!!**

– По данным таблицы 1 постройте коррелогограмму – как диаграмму типа *обычная гистограмма*; оформите диаграмму: введите заголовки (название диаграммы, подписи осей X и Y); уберите легенду.

Проанализируйте АКФ и коррелогограмму и сделайте вывод о структуре временного ряда.

4.1. Сглаживание исходного ряда и расчет сезонных компонент .

Расчет таблицы 2:

– Первое значение скользящих средних соотнесите со вторым исходным уровнем и найдите с помощью функции **СРЗНАЧ**: аргумент **Число 1** – ссылка на диапазон ячеек 4-х первых уровней ряда.

Скопируйте формулу в остальные ячейки, кроме двух последних, используя *маркер заполнения*.

– Первое значение центрированных скользящих средних соотнесите с третьим исходным уровнем и рассчитайте с помощью функции *СРЗНАЧ* по 2-м скользящим средним. Скопируйте формулу в остальные ячейки, кроме двух последних, используя *маркер заполнения*.

Средние абсолютных отклонений для одноименных кварталов $\bar{S}a_j$ и значение коэффициента для корректировки сезонных компонент k можно получить, используя технологию *Сводных таблиц*.

Рекомендуемая последовательность действий:

- установите курсор в любой ячейке таблицы 2;
- вызовите *Мастер сводных таблиц и диаграмм*: команда *Данные, Сводная таблица*;
- на *1-м* шаге *Мастера* укажите: источник данных для сводной таблицы – база данных Microsoft Excel и вид создаваемого отчета – сводная таблица; нажмите кнопку *[Далее]*;
- на *2-м* шаге *Мастера* укажите диапазон, содержащий исходные данные: в поле *Диапазон* уже будет ссылка на таблицу 2, т.к. курсор изначально находился в области таблицы, при необходимости откорректируйте указанный диапазон; нажмите кнопку *[Далее]*;
- на *3-м* шаге *Мастера* укажите место вывода сводной таблицы – новый лист; нажмите кнопку *[Макет]*;
- в открывшемся окне сформируйте макет сводной таблицы: с помощью мыши перетащите поле «Кварталы года» в область *строк* таблицы, а поле «Абсолютные отклонения» – в область *данных* (по данным этого поля будут рассчитаны итоговые значения); двойной щелчок на этих элементах позволяет изменить выполняемую операцию – выберите функцию *Среднее* в списке итоговых операций;
- нажмите кнопку *[ОК]*;
- нажмите кнопку *[Готово]* в окне *3-го* шага *Мастера*.

Ниже показана схема сводной таблицы, куда внесены принятые обозначения рассчитанных показателей.

Среднее по полю Абсолютные отклонения	
Квартал года	Итог
I	$\bar{S}a_I$
II	$\bar{S}a_{II}$
III	$\bar{S}a_{III}$
IV	$\bar{S}a_{IV}$
Общий итог	k

Значение сезонной компоненты для каждого квартала в таблице 3 вычислите по формуле (3.17), используя ссылки на соответствующие средние абсолютных отклонений и значение корректирующего коэффициента в сводной таблице.

4.2. Расчет трендовой и случайной компоненты ряда.

- Сквозные номера кварталов (гр. 1) и исходные уровни ряда (гр. 2) скопируйте из таблицы исходных данных.
- Сезонные компоненты кварталов (гр. 3) скопируйте из таблицы 3, используя *специальную вставку* (вставить значения).
- Вывороченные данные (гр. 4) рассчитайте по формуле (3.18).
- Нахождение трендовой компоненты: по вывороченным данным (гр. 4) постройте диаграмму типа *График с маркерами*; добавьте на диаграмму *линию тренда* линейного вида и уравнение этой линии; значения трендовой компоненты (гр. 5) рассчитайте по уравнению, подставляя в него в качестве переменной сквозные номера кварталов (гр. 1).
- Значения регулярных компонент (гр. 6) найдите как сумму трендовой компоненты (гр. 5) и сезонной компоненты (гр. 3).
- Для расчета случайной компоненты (гр. 7) используйте формулу (3.19).

4.3. Дополнение графика исходного ряда графиком регулярных компонент ряда.

- Скопируйте диаграмму, отражающую траекторию исходного ряда.
- Для добавления новых данных на диаграмму выберите команду *Диаграмма, Добавить данные* при активной диаграмме (или команду *Добавить данные* в контекстном меню диаграммы); значения регулярных компонент возьмите из гр.6 таблицы 4.

Проанализируйте степень совпадения графика исходных уровней и графика регулярных компонент.

4.4. Аддитивная модель ряда и оценка ее описательной силы.

В общем виде аддитивная модель рассматриваемого ряда имеет вид:

$$y_t = a + bt + S + \varepsilon_t,$$

где a и b – параметры линейного тренда; S – сезонная компонента ряда; ε_t – случайная компонента ряда.

$$S = \begin{cases} S_I, & \text{для I квартала;} \\ S_{II}, & \text{для II квартала;} \\ S_{III}, & \text{для III квартала;} \\ S_{IV}, & \text{для IV квартала.} \end{cases}$$

Запишите модель, используя рассчитанные значения параметров линейного тренда и сезонной компоненты ряда. Описательную силу (качество) аддитивной модели оцените с помощью показателя (3.20). Для числителя дроби используйте функцию **СУММКВ** (категория **Математические**) – по значениям гр. 7, для знаменателя – функцию **КВАДРОТКЛ** (категория **Статистические**) – по значениям гр. 2; результат представьте в процентном формате.

5. Прогнозирование (табл. 5):

- Прогнозные значение трендовой компоненты рассчитайте по уравнению линейного тренда.
 - Сезонные компоненты кварталов скопируйте из таблицы 3, используя **специальную вставку** (вставить значения).
 - Прогнозные значение уровней ряда рассчитайте по формуле;
 - Истинные значения показателя скопируйте из таблицы исходных данных.
 - Ошибки прогноза рассчитайте по формулам.
- Опишите в выводах прогнозы и их качество в терминах исходной задачи.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое аддитивная модель?
2. Чем аддитивная модель отличается от трендовой?
3. Что такое трендовая и случайная компонента ряда?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>
2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>
2. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое трендовая модель и аддитивная модель?
2. Для чего строится аддитивная модель?
3. Что такое центрированные скользящие средние?

Методические указания для обучающихся по выполнению практических заданий

Практическое задание №1 АНАЛИЗ ПАРНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И РЕГРЕССИИ

(2 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма проведения анализа парной корреляции и регрессии.

Задание:

Дана выборка объемом n наблюдений пары признаков x и y . Требуется:

1. Описать исходные данные для анализа.
2. Исследовать тесноту и направление линейной корреляционной связи заданных признаков.
 - 2.1. Построить график поля корреляции признаков. Сделать предположение о тесноте и направлении связи между признаками.
 - 2.2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции признаков. Проверить его статистическую надежность на уровне значимости 5%. Результаты представить в таблице 1. Сделать вывод о тесноте и направлении линейной связи между признаками.

Таблица 1

<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
Коэффициент корреляции	
Расчетное значение t -статистики	
Критическое значение t -статистики	

3. Исследовать линейную модель регрессии признаков.
 - 3.1. Построить уравнение регрессии линейного вида.
 - 3.2. Выполнить проверку адекватности модели эмпирическим данным и статистической надежности ее параметров на уровне значимости 5%.
 - 3.3. Оценить описательную силу линейной модели.
 - 3.4. Сделать вывод о пригодности линейной модели для анализа и прогнозирования.
4. Используя линейную модель регрессии:
 - 4.1. Интерпретировать значения параметров модели.
 - 4.2. Найти средний коэффициент эластичности результативного признака (таблица 2). Интерпретировать полученное значение.
 - 4.3. Сделать прогноз результативного признака для заданного (предполагаемого) значения фактора. Результаты представить в таблице 2.

Таблица 2

<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
Средний коэффициент эластичности	
Предполагаемое значение фактора	
Прогноз результативного признака	

Доверительный интервал прогноза	нижняя граница	
	верхняя граница	

5. Построить нелинейные регрессионные модели логарифмического, параболического, степенного и экспоненциального вида. Сравнить описательную силу всех построенных моделей, включая линейную. Результаты представить в таблице 3.

Таблица 3

Тип модели	Уравнение	Коэффициент (индекс) детерминации
линейная		
логарифмическая		
параболическая		
степенная		
экспоненциальная		

Порядок выполнения: практическая работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. Требуется описать, какие признаки (показатели) используются в анализе, в каких единицах они измеряются, каков объем выборки.

2.1. Построение поля корреляции признаков:

- в исходной таблице выделите значения признаков x и y , на панели инструментов вызовите **Мастер диаграмм**;
- на вкладке Вставка выберите диаграмму **Точечная с маркерами**, вид – точки без соединения линиями;
- оформите диаграмму: введите заголовки (название диаграммы – Поле корреляции признаков; Ось $X - x$; Ось $Y - y$), уберите линии сетки по оси Y , уберите легенду;
- разместите диаграмму справа от таблицы исходных данных.

Вывод линии регрессии:

- щелчком правой кнопки мыши выделите ряд данных на диаграмме;
- в контекстном меню выберите команду **Добавить линию тренда**; тип: **линейная**.

Проанализируйте расположение точек на графике и сделайте предположение о характеристиках корреляционной связи между признаками.

2.2. Расчет таблицы 1:

- для расчета r_{xy} используйте функцию **КОРРЕЛ** (категория **Статистические**): в поле **Массив1** укажите диапазон значений фактора x , в поле **Массив2** укажите диапазон значений признака y ;
- расчетное значение t -статистики (t) вычислите по формуле (2.1), в формуле используйте функции **ABS** и **КОРЕНЬ** (категория **Математические**);
- для получения критического значения t -статистики ($t_{\text{крит}}$) используйте функцию **СТЮДРАСПОБР** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α , в поле **Степени_свободы** введите значение степени свободы df , см. формулу (2.2).

Сопоставив расчетное и критическое значения t -статистик, сделайте вывод о надежности коэффициента корреляции; по абсолютной величине и знаку самого коэффициента – вывод о тесноте и направлении линейной связи признаков.

3.1. Вывод на график регрессионной модели и величины R^2 :

- активизируйте на графике линию регрессии и вызовите контекстное меню: щелчок правой кнопкой мыши по линии;
- выберите в контекстном меню команду **Формат линии тренда**;
- в окне команды перейдите на вкладку **Параметры** и установите два последних флажка: **Показывать уравнение на диаграмме** и **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2** .

Данный способ построения уравнения регрессии прост, однако дает только одну характеристику уравнения – коэффициент (индекс) детерминации R^2 .

Построение модели с помощью инструмента *Регрессия* из статистического пакета *Анализ данных* позволит получить дополнительную статистику, необходимую для проверки адекватности модели и статистической надежности ее параметров.

Вызов инструмента *Регрессия*: команда *Сервис, Анализ данных*. В диалоговом окне *Анализ данных* выделите инструмент *Регрессия* и подтвердите выбор щелчком по кнопке [ОК].

Заполнение окна инструмента:

- **Входной интервал Y** – укажите блок значений y , включив в блок метку;
- **Входной интервал X** – укажите на блок значений x , включив в блок метку;
- **Метки** – установите флажок, т.к. входные интервалы y и x содержат метки;
- **Константа-ноль** – флажок устанавливается, если строится неполная модель, т.е. модель без константы (здесь – флажок не устанавливается);
- **Уровень надежности** – флажок устанавливается, если необходимо изменить значение уровня, заданное по умолчанию: $95\% = 100\% - 5\%$ (здесь – флажок не устанавливается);
- в группе **Параметры вывода** установите переключатель в положение **Выходной интервал** для вывода результатов на текущий рабочий лист; в поле справа от переключателя укажите ссылку на левую верхнюю ячейку выходного диапазона;
- в группе **Остатки** установите флажок **Остатки**.

Обязательными результатами инструмента являются 3 таблицы: *Регрессионная статистика*, *Дисперсионный анализ*, третья таблица не имеет названия. Флажок **Остатки** позволяет получить еще одну таблицу – **Вывод остатка**.

Таблица *Регрессионная статистика* содержит показатели корреляции признаков, качества регрессии, в том числе: коэффициент детерминации R^2 (строка **R-квадрат**); количество наблюдений n (строка **Наблюдения**).

Данные, используемые для проверки адекватности модели, обобщены в таблице *Дисперсионный анализ*. Ниже показана схема таблицы, куда внесены принятые обозначения рассчитанных показателей.

Дисперсионный анализ				
	df	SS	MS	F
Регрессия	df_y	S_y	S_y^2	F
Остаток	$df_{ост}$	$S_{ост}$	$S_{ост}^2$	
Итого	$df_{общ}$	$S_{общ}$		

Таблица без названия включает параметры модели и их статистические оценки.

	Коэффициенты	Стандарт-ная ошибка	t -статистика	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	a	m_a	t_a	$a - \Delta_a$	$a + \Delta_a$
x	b	m_b	t_b	$b - \Delta_b$	$b + \Delta_b$

Таблица **Вывод остатка** содержит номера наблюдений, расчетные значения результативного признака и остатки модели.

Вывод остатка		
Наблюдение	Предсказанное y	Остатки
i	\hat{y}_i	ε_i

Опишите, совпадают ли результаты (коэффициент корреляции, параметры модели, коэффициент детерминации), полученные разными способами.

3.2. Все показатели, необходимые для проверки, кроме критических значений F -статистики Фишера и t -статистики Стьюдента, содержатся в таблице *Дисперсионный анализ* и в таблице без названия (см. выше).

Для получения критического значения F -статистики используйте функцию **FRASПОБР** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α ; в поле **Степени_свободы1** укажите ссылку на значение степени свободы регрессионной дисперсии (таблица *Дисперсионный анализ*); в поле **Степени_свободы2** укажите ссылку на значение степени свободы остаточной дисперсии (таблица *Дисперсионный анализ*).

Вывод об адекватности модели сделайте по результатам сравнения расчетного и критического значений F -статистики.

Вывод о статистической надежности каждого параметра модели сделайте по результатам:

- сравнения расчетного и критического значений его t -статистики;

– анализа доверительного интервала параметра.

Для получения критического значения t -критерия Стьюдента используйте функцию **СТЬЮДРАСПОБР** (категория **Статистические**): в поле **Вероятность** укажите уровень значимости проверяемой гипотезы α ; в поле **Степени_свободы** введите значение степени свободы df , см. формулу (2.6) или укажите ссылку на значение степени свободы остаточной дисперсии (таблица **Дисперсионный анализ**).

3.3. Описательную силу (качество) регрессионной модели оцените с помощью коэффициента детерминации R^2 (таблица **Регрессионная статистика**) и средней ошибкой аппроксимации \bar{A} .

Ошибку аппроксимации \bar{A} рассчитайте по формуле (2.5):

- дополните таблицу **Вывод остатка** графой, значения в которой рассчитайте как абсолютную величину отношения остатка к эмпирическому значению результивного признака: $=|\varepsilon_i/y_i|$. При записи формулы в Excel используйте функцию **ABS** (категория **Математические**);
- величину \bar{A} найдите как среднее полученных значений с помощью функции **СРЗНАЧ** (категория **Статистические**);
- установите процентный формат для ячейки, содержащей полученное значение \bar{A} .

3.4. Вывод о пригодности модели для использования сделайте с учетом результатов исследования адекватности и качества модели, статистической надежности ее параметров.

4.1. Интерпретацию параметров выполните, исходя из смыслового значения фактора и результивного признака. Помните – константа не всегда поддается интерпретации (см. теорию, п. 2.8).

4.2. Средний коэффициент эластичности (таблица 2) рассчитайте по формуле (2.7).

При записи формулы в Excel укажите ссылку на значение коэффициента регрессии b (в таблице без названия). Для нахождения среднего значения каждого признака используйте функцию **СРЗНАЧ**. Аргументом функции должна быть ссылка на блок значений соответствующего признака в таблице исходных данных.

Интерпретируйте полученное значение среднего коэффициента эластичности в терминах исходной задачи.

4.3. Прогнозирование (таблица 2):

Прогнозное значение результивного признака рассчитайте по формуле (2.8). При записи формулы в Excel используйте ссылки на значения параметров модели и предполагаемое значение фактора.

Нижнюю границу доверительного интервала прогноза рассчитайте по формулам (2.9) и (2.11). При записи формулы в Excel используйте функции **КОРЕНЬ**, **СРЗНАЧ**, **КВАДРОТКЛ**, **СТЬЮДРАСПОБР**.

Формулы расчета нижней и верхней границ доверительного интервала различаются только видом математической операции: в одном случае – разность, в другом – сумма.

Рекомендуется ввести формулу расчета нижней границы и, установив в ней абсолютную адресацию ссылок, скопировать в ячейку верхней границы. Затем откорректировать формулу, поменяв знак « \leftarrow » на « \rightarrow ».

Установка абсолютной адресации ссылок: в формуле поместите курсор перед каждым адресом (или внутри адреса) и нажмите на клавиатуре функциональную клавишу **[F4]** (в адресе появятся знаки \$). Подтвердите изменения, нажав клавишу **[Enter]**.

Опишите сделанные прогнозы в терминах исходной задачи.

5. Построение нелинейных моделей.

Нелинейные модели можно построить с помощью графика поля корреляции, на который выведена линейная модель.

Для каждой нелинейной модели выполните следующие действия:

- сделайте копию графика;
- щелчком правой кнопки мыши выделите линию регрессии на копии графика, в контекстном меню выберите команду **Формат линии тренда**;

– в диалоговом окне **Формат линии тренда**, на вкладке **Тип** выберите соответствующий тип модели.

Скопируйте уравнения и величину R^2 с графиков в таблицу 3.

При сравнении описательной силы моделей используйте величину R^2

Форма отчетности: отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое корреляция?
2. Что такое регрессия?
3. Для какой цели проводится анализ парной корреляции и регрессии?

4. Перечислите основные показатели для проведения парной корреляции и регрессии.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. -

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

3. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. :

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

4. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. :

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

5. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего рассчитывается парный линейный коэффициент корреляции?
2. О чем свидетельствует коэффициент детерминации, равный 0,97?
3. Есть ли альтернатива проведению анализа парной линейной корреляции и регрессии?

Лабораторная работа № 2

ПРОВЕДЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритма проведения многофакторного корреляционно-регрессионного анализа.

Задание:

Дана выборка объемом n наблюдений 4-х факторов и резульативного признака. Требуется:

1. Подготовить и описать исходные данные для анализа.
2. Построить графики поля корреляции резульативного признака с каждым из предложенных факторов.

Сделать предположение о тесноте и направлении связи между признаками.

3. Построить регрессионную модель линейного вида с полным набором предложенных факторов. Оценить статистическую значимость модели и ее параметров на уровне 5%. Сделать вывод о пригодности модели для практического использования.

4. Построить матрицу коэффициентов корреляции признаков и с ее помощью отобрать 2 фактора для включения в модель.

5. Построить модель линейного вида с отобранными факторами. Оценить статистическую значимость модели и ее параметров на уровне 5%. Сделать вывод о пригодности этой модели для практического использования.

6. Используя модель с отобранными факторами:

6.1. Оценить тесноту связи результативного признака с совокупностью отобранных факторов и описательную силу модели.

6.2. Сделать интерпретацию коэффициентов чистой регрессии.

6.3. Рассчитать средние коэффициенты эластичности, интерпретировать их значения и на их основе дать сравнительную оценку влияния факторов на результативный признак.

6.4. Рассчитать прогнозное значение результативного признака, если предполагаемые значения факторов составляют $K\%$ от их максимальной величины.

Порядок выполнения: практическая работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Рекомендации по выполнению задания

1. На основе общей таблицы исходных данных создайте на листе новой рабочей книги таблицу исходных данных своего варианта, скопировав в нее нужные столбцы. Опишите, какие признаки использованы в анализе, каков объем исходной выборки.

2. Для построения и анализа каждого из графиков поля корреляции воспользуйтесь рекомендацией 2.1 к ЛР 1.

3. Построение регрессионной модели линейного вида с полным набором из 4-х предложенных факторов:

– Для построения модели используйте инструмент **Регрессия**: в поле **Входной интервал Y** укажите ссылку на диапазон значений результативного признака y , в поле **Входной интервал X** – ссылку на единый блок значений **всех факторов**; включите в входные интервалы признаков метки; результаты выведите на текущий лист.

– Адекватность модели оцените по F -критерию Фишера. Критическое значение F -критерия найдите с помощью функции **FPАСПОБР** (категория **Статистические**), аргументы функции задайте в соответствии с выражением.

– Статистическую значимость каждого параметра модели оцените по его доверительному интервалу. Сделайте вывод о пригодности данной модели для практического использования.

4. Построение матрицы коэффициентов корреляции признаков:

– Матрицу коэффициентов корреляции признаков рассчитайте с помощью инструмента **Корреляция** из пакета **Анализ данных**.

– Заполнение параметров окна **Корреляция**: в поле **Входной интервал** укажите ссылку на единый блок значений **всех признаков** (т.е. и 4-х факторов, и результативного признака); включите в блок метки столбцов; переключатель **Группирование** установите в положение **По столбцам**; задайте вывод результатов на текущий лист.

– Пример отбора факторов.

5. Построение модели с отобранными факторами:

– На новый лист скопируйте из своей таблицы исходных данных значения результативного признака и отобранных факторов.

– Модель с отобранными факторами постройте с помощью инструмента **Регрессия** (см. рекомендацию 3).

– Адекватность модели оцените по F -критерию Фишера. Критическое значение F -критерия найдите с помощью функции **FPАСПОБР** (категория **Статистические**), аргументы функции задайте в соответствии с выражением.

– Статистическую значимость каждого параметра модели оцените по его доверительному интервалу. Сделайте вывод о пригодности данной модели для практического использования.

6. Практическое использование модели с отобранными факторами.

6.1. Оценка тесноты связи результативного признака с совокупностью отобранных факторов и описательной силы модели:

– Значение коэффициента множественной корреляции – см. в таблице **Регрессионная статистика (Множественный R)**. При анализе значения коэффициента используйте шкалу тесноты связи.

– Описательную силу модели оцените с помощью коэффициента множественной детерминации R^2 и средней ошибки аппроксимации \bar{A} . Значение коэффициента множественной корреляции – см. в таблице **Регрессионная статистика (R-квадрат)**. Значение ошибки аппроксимации \bar{A} рассчитайте по формуле, воспользуйтесь рекомендацией 3.3 к ЛР 1. Проанализируйте значения показателей.

6.2. Интерпретация коэффициентов чистой регрессии.

6.3. Анализ эластичности: средние коэффициенты эластичности результативного признака по каждому из факторов рассчитайте по формуле (2.23), для нахождения средних значений признаков используйте функцию **СРЗНАЧ** (категория **Статистические**). Проанализируйте полученные значения.

6.4. Прогнозирование: прогнозное значение результативного признака рассчитайте подстановкой в модель предполагаемых значений факторов – формула. Для нахождения максимальных значений факторов используйте функцию **МАКС** (категория **Статистические**). Опишите сделанный прогноз.

Форма отчетности: отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Что такое множественная корреляция?
2. Запишите любое множественное уравнение регрессии.
3. С какой целью проверяются множественная корреляция и регрессия?
4. Какой результат дает анализ множественной корреляции и регрессии?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

Основная литература

1. Эконометрика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, Н.А. Брызгалов и др. ; под ред. В.Б. Уткина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 562 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452991>

2. Путко, Б.А. Эконометрика : учебник / Б.А. Путко, Н.Ш. Кремер ; ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2012. - 329 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118251>

Дополнительная литература

1. Яковлев, В.П. Эконометрика : учебник / В.П. Яковлев. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 384 с. : URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453368>

2. Эконометрика для бакалавров : учебник / В.Н. Афанасьев, Т.В. Леушина, Т.В. Лебедева, А.П. Цыпин ; под ред. В.Н. Афанасьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Издание третье, переработанное и дополненное. - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 434 с. : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330491>

3. Орлова, И.В. Эконометрика: обучающий компьютерный практикум : практикум / И.В. Орлова, Л.А. Галкина, Д.Б. Григорович ; Финансовый университет при Правительстве РФ. - Москва : Прометей, 2018. - 123 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 118-119 - ISBN 978-5-907003-40-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494918>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего проводится анализ множественной корреляции и регрессии?
2. Для чего нужна функция в Ms Excel ФРАСПОБР?
3. Расскажите все, что знаете про множественный R^2 .

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Windows Professional Russian
- Microsoft Office Russian
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия (Лк, ЛР, СР...)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска SMART Board 680i2/Unifl, Интерактивный планшет Wacom PL-720, Колонки Microlab Solo-7C, Ноутбук Samsung R610<NP-R610-FS08>, Телевизор плазменный Samsung 63 PS-63A756T1M	№ 1-8
ЛР	Дисплейный класс	Системный блок AMD A10-7800 Radeon R7 (12 шт.), Системный блок для слабовидящих пользователей AMD A10-7850K (1 шт.), Монитор Philips233 V5QHABP (13 шт.)	№ 1-5
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10 ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-2	Способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	1. Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику	1.1 Основные понятия эконометрики. 1.2 Виды эконометрических моделей. 1.3 Эконометрика как научная дисциплина. Задачи эконометрики	Вопросы к зачету 1.1-1.3
ПК-23	Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	2. Корреляционно-регрессионный анализ	2.1 Основные виды и формы связей 2.2 Корреляционно-регрессионный анализ. Основные понятия 2.3 Парный КРА: исходные данные, поле корреляции признаков 2.4 Парный КРА: оценка тесноты линейной связи двух признаков 2.5 Модель парной линейной регрессии и оценка ее параметров (МНК). Оценка адекватности и качества модели парной линейной регрессии 2.6 Оценка статистической надежности параметров. Модели парной линейной регрессии. Практическое использование модели парной линейной регрессии 2.7 Предпосылки МНК	Вопросы к зачету 2.1-2.7
		3. Множественная корреляция и регрессия	3.1 Понятие о множественной регрессии. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР) 3.2 Множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации. 3.3 Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента. Мультиколлинеарность. 3.4 Проверка значимости параметров модели множественной регрессии линейного вида. 3.5 Оценка множественной корреляции	Вопросы к зачету 3.1-3.5
		4. Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда	4.1 Автокорреляция уровней временного ряда.	Вопрос к зачету 4.1

		8. Эконометрическое прогнозирование	8.1 Эконометрическое прогнозирование	Вопросы к зачету 8.1-8.3
ПК-4	Способность документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	5. Многофакторные динамические модели связи показателей	5.1 Многофакторные динамические модели связи показателей	Вопрос к зачету 5
		6. Моделирование тенденции временного ряда	6.1 Моделирование тенденции временного ряда	Вопросы к зачету 6.1-6.2
		7. Динамические эконометрические модели	7.1 Динамические эконометрические модели	Вопросы к зачету 7.1-7.2

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-2	Способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	1.1 Предмет, метод и основные задачи эконометрики.	1. Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику
			1.2 Основные понятия и принципы вероятностного моделирования экономических процессов	
			1.3 Динамическое моделирование взаимосвязей в структурно-неоднородных совокупностях.	
2	ПК-23	Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	2.1 Динамические модели в структурно-неоднородных совокупностях	2. Корреляционно-регрессионный анализ
			2.2 Линейная и нелинейная корреляция, регрессия.	
			2.3 Способы представления систем эконометрических уравнений.	
			2.4 Проверка значимости уравнения регрессии.	
			2.5 Структурная и приведенная формы модели. Проблемы идентификации структурной модели.	
			2.6 Корреляция для нелинейной регрессии.	
			2.7 Оценка параметров структурной модели.	
3.1 Общая характеристика моделей с распределенным лагом и моделей	3. Множественная корреляция и			

			авторегрессии.	регрессия
			3.2 Множественный корреляционный анализ.	
			3.3 Предпосылки метода наименьших квадратов (МНК).	
			3.4 Двухшаговый МНК.	
			3.5 Обобщенный метод наименьших квадратов.	
			4 Многомерный временный ряды.	4. Моделирование одномерных временных рядов; механическое сглаживание временного ряда
			4.1 Автокорреляция уровней временного ряда.	
			8.1 Сущность и виды статистических прогнозов.	8. Эконометрическое прогнозирование
			8.2 Интерпретация модели с распределенным лагом и модели авторегрессии.	
			8.3 Методы многомерной классификации.	
3	ПК-4	Способность документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	5 Моделирование одномерных динамических рядов.	5. Многофакторные динамические модели связи показателей
			6.1 Выбор формы уравнения множественной регрессии.	6. Моделирование тенденции временного ряда
			6.2 Оценка параметров авторегрессионных уравнений.	
			7.1 Особенности пространственно-временной информации.	7. Динамические эконометрические модели
			7.1 Оценка параметров уравнения множественной регрессии.	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: (ОПК-2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные источники получения официальных статистических данных; - основные методы обработки и анализа первичных статистических данных; <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы документирования процессов создания информационных систем на стадиях жизненного цикла; <p>(ПК-23)</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы построения эконометрических моделей объектов, моделей и процессов; - необходимые условия для применения экономико-статистических методов для моделирования развития объектов, моделей и процессов. <p>уметь: (ОПК-2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - собирать эмпирические и экспериментальные данные по полученному заданию и осуществлять их первичную обработку и анализ; - осуществлять анализ данных, необходимых для решения поставленных задач; <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла <p>(ПК-23)</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать во взаимосвязи экономические явления, процессы и институты на микро- и макроуровне; - стоять на основе описания экономических процессов и явлений стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты; - прогнозировать на основе стандартных теоретических и эконометрических моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений на макро- и микроуровне. 	<p>зачтено</p>	<p>Оценка «зачтено» (компетенции полностью сформированы на этапе «Изучение дисциплины») выставляется в случае, если студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> - глубоко усвоил материал, исчерпывающе полно, четко и логически последовательно его излагает; - демонстрирует высокие знания в определении своего профессионального становления, содержания основных нормативных правовых документов профильного образования и умения в применении инструментария информационных технологий для представления различных видов информации, в т.ч. экономической информации и ее интерпретации; - знает определения, умеет использовать системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач. - умеет применять методы системного анализа и математического моделирования для решения социально-экономических задач - знает основные подходы к организации научно-практической работе в вузе; - умеет формулировать, обобщать экономическую информацию, работать с информацией согласно принципам информационного общества; - владеет современным понятийным аппаратом экономической информатики и современными технологиями информационного представления и обмена; - знает способы и умеет документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла; - владеет современными способами документирования процессов создания информационных систем на стадиях жизненного цикла
<p>владеть: (ОПК-2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - современным инструментарием управления человеческими ресурсами; - методами обработки и анализа статистических данных в соответствии с поставленными задачами; <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - современным способами документирования процессов создания информационных систем на стадиях жизненного цикла <p>(ПК-23)</p> <ul style="list-style-type: none"> - современной методикой построения эконометрических моделей; - методами обработки статистических 	<p>незачтено</p>	<p>Оценка «незачтено» (компетенции не сформированы на этапе «Изучение дисциплины») выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в знании программного материала; - принципиальные ошибки при выполнении лабораторных заданий, направленных на применение программного материала; - невозможность применения основных положений программного материала.

данных в среде пакетов прикладных программ для работы со статистическими данными.		
---	--	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Цель и задачи дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 Эконометрика представлены в разделе 1 настоящей рабочей программы. Место дисциплины в структуре образовательной программы представлено в разделе 2 настоящей рабочей программы. Распределение объема дисциплины по формам обучения с указанием видов учебных занятий представлено в разделе 3 настоящей рабочей программы. Содержание дисциплины указано в разделе 4 настоящей рабочей программы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов по дисциплине находятся в свободном доступе в соответствии с разделом 6 настоящей рабочей программы.

При изучении дисциплины необходимо использовать литературу, указанную в разделе 7 настоящей рабочей программы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», представленных в разделе 8 настоящей рабочей программы.

К зачету допускаются студенты очной формы обучения, которые выполнили, оформили и защитили все лабораторные работы, предусмотренные в конкретном семестре. Методические указания по выполнению и оформлению представлены в разделе 9.1. настоящей рабочей программы.

К зачету допускаются студенты заочной формы обучения, которые выполнили, оформили и защитили практическую работу, предусмотренную в конкретном семестре и теоретически подготовлены по всем вопросам, владеют навыками эффективного применения основных методов, законов эконометрики.

Информационные технологии, используемые при освоении дисциплины, перечислены в разделе 10 настоящей рабочей программы.

Оценка знаний, умений, навыков осуществляется в процессе промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, которая осуществляется в виде зачета. Для оценивания знаний, умений, навыков используются ФОС по дисциплине.

Зачет проводится в устной форме по выданному преподавателем заданию.

По итогам выполненного задания преподаватель оценивает уровень знаний, умений, навыков. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, сформированных по итогам изучения дисциплины, представлено в разделе 3 Приложения 1 настоящей рабочей программы. Основными оценочными средствами при проведении промежуточной аттестации являются вопросы к зачету.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Эконометрика

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: овладение основами теоретических и практических знаний эконометрики, необходимых для анализа, прогнозирования, планирования, принятия решений и управления в различных сферах экономической деятельности формирование у обучающихся научных представлений о методах, моделях и приемах, позволяющих получать количественные выражения на базе экономической статистики с использованием математико-статистического инструментария.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов общих представлений о методике подготовки исходных данных для проведения эконометрического анализа;
- формирование знаний об основных типах эконометрических моделей, методологии их разработки и практического использования в экономических приложениях;
- формирование знаний о теоретических основах и практическом применении методов эконометрического анализа;
- научить строить, оптимизировать эконометрические модели и содержательно интерпретировать формальные результаты эконометрического моделирования.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛК – 34 часов, ЛР – 17 часов, СРС – 57 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Предмет и основные задачи курса. Введение в эконометрику
2. Корреляционно-регрессионный анализ
3. Множественная корреляция и регрессия
4. Моделирование одномерных временных рядов.
5. Многофакторные динамические модели связи показателей
6. Моделирование тенденции временного ряда
7. Динамические эконометрические модели
8. Эконометрическое прогнозирование

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ПК-23 - способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач;

ПК-4 – способность документировать процессы создания информационных систем на стадиях жизненного цикла;

ОПК-2 - способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика от «12» марта 2015 г. № 207

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413, заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «05» мая 2016 г. № 342

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125, заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130, заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130

Программу составили:

Харитоновна П.В., доцент баз. каф. МиИТ, к.э.н. _____

Герашенко Л.А., доцент баз.каф.МиИТ, к.п.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании базовой кафедры МиИТ

от «19» декабря 2018 г., протокол № 8

И.о. заведующего базовой кафедрой МиИТ _____ Е.И. Луковникова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей базовой кафедрой МиИТ _____ Е.И. Луковникова

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ФЭиУ

от «28» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета _____ Е.В. Трапезникова

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____