



Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования  
«Воронежский экономико-правовой институт»  
(АНОО ВО «ВЭПИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.Ю. Жильников

«19» декабря 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Б1.О.14 Эконометрика

(наименование дисциплины (модуля))

38.03.01 Экономика

(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) Бухгалтерский учет, анализ и аудит  
(наименование направленности (профиля))

Квалификация выпускника Бакалавр  
(наименование квалификации)

Форма обучения Очная, очно-заочная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Рекомендован к использованию Филиалами АНОО ВО «ВЭПИ»

Воронеж 2022

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) рассмотрен и одобрен на заседании кафедры экономики и прикладной информатики.

Протокол заседания от « 15 » декабря 20 22 г. № 5

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) согласован со следующими представителями работодателей или их объединений, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности, к которой готовятся обучающиеся:

1. Заместитель генерального директора по финансовым вопросам ООО УК «Продимекс Агро» Хорохордин Д.Н. 15.12.2022  
(должность, наименование организации, фамилия, инициалы, подпись, дата, печать)

2. Бухгалтер ООО «БУХПРОФИ» Семейкина Н.П. 15.12.2022  
(должность, наименование организации, фамилия, инициалы, подпись, дата, печать)

Заведующий кафедрой

А.Э. Ахмедов

Разработчики:

Доцент

Е.Ю. Давыдова

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО

Целью проведения дисциплины Б1.О.14 Эконометрика является достижение следующих результатов обучения:

Код компетенции	Наименование компетенции
УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-2	способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач

В формировании данных компетенций также участвуют следующие дисциплины (модули), практики образовательной программы (по семестрам (курсам) их изучения):

- для очной формы обучения:

Наименование дисциплин (модулей), практик	Этапы формирования компетенций по семестрам изучения							
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
Философия	УК-1							
Линейная алгебра	УК-1; ОПК-2	УК-1; ОПК-2						
Теория вероятностей и математическая статистика			УК-1; ОПК-2					
Математический анализ	УК-1; ОПК-2	УК-1; ОПК-2						
Статистика				ОПК-2				
Информатика	УК-1							
Финансовая математика			УК-1					
Экономическая информатика	УК-1							
Экономические информационные системы	УК-1							
Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))				УК-1; ОПК-2				
Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)						ОПК-2		
Производственная практика (научно-исследовательская работа)								УК-1
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								УК-1; ОПК-2
Подготовка к публичной защите ВКР								УК-1

- для очно-заочной формы обучения:

Наименование дисциплин (модулей), практик	Этапы формирования компетенций по семестрам изучения									
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	Сем. А
Философия	УК-1									
Линейная алгебра		УК-1; ОПК-2	УК-1; ОПК-2							
Теория вероятностей и математическая статистика				УК-1; ОПК-2						

Математический анализ	УК-1; ОПК-2	УК-1; ОПК-2								
Статистика						ОПК-2				
Информатика	УК-1									
Финансовая математика			УК-1							
Экономическая информатика		УК-1								
Экономические информационные системы		УК-1								
Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))				УК-1; ОПК-2						
Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)						ОПК-2				
Производственная практика (научно-исследовательская работа)								УК-1		
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена										УК-1; ОПК-2
Подготовка к публичной защите ВКР										УК-1

- для заочной формы обучения:

Наименование дисциплин (модулей), практик	Этапы формирования компетенций по семестрам изучения				
	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
Философия	УК-1				
Линейная алгебра	УК-1; ОПК-2	УК-1; ОПК-2			
Теория вероятностей и математическая статистика			УК-1; ОПК-2		
Математический анализ	УК-1; ОПК-2				
Статистика			ОПК-2		
Информатика	УК-1				
Финансовая математика		УК-1			
Экономическая информатика	УК-1				
Экономические информационные системы	УК-1				
Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))			УК-1; ОПК-2		
Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)					ОПК-2
Производственная практика (научно-исследовательская работа)					УК-1
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					УК-1; ОПК-2
Подготовка к публичной защите ВКР					УК-1

Этап дисциплины (модуля) Б1.О.14 Эконометрика в формировании компетенций соответствует:

- для очной формы обучения – 5 семестру;
- для очно-заочной формы обучения – 7 семестру;
- для заочной формы обучения – 4 курсу.

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкалы оценивания

Показателями оценивания компетенций являются следующие результаты обучения:

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Выполняет поиск, критический анализ и синтез информации для решения поставленных задач.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные экономические определения для осуществления синтеза информации необходимой для решения макроэкономических задач;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять анализ теоретических и эмпирических данных;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами поиска, анализа и синтеза эконометрических данных.</li> </ul>
	ИУК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение и роль эконометрического моделирования, необходимого для формирования различных подходов к решению задачи;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные понятия, правила и принципы эконометрики, необходимы для решения задач;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работа с инструментами системного анализа.</li> </ul>
ОПК-2. Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач	ИОПК-2.1. Проводит сбор, обработку и статистический анализ данных для решения экономических задач.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методы, модели и приемы, позволяющие осуществлять сбор и обработку экономических данных;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применять современный математический инструментарий для решения содержательных задач моделирования и прогнозирования экономических явлений;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками сбора, обработки различных источников информации для построения эконометрических моделей результатов профессиональной деятельности.</li> </ul>
	ИОПК-2.2. Осуществляет наглядную визуализацию данных, анализирует и содержательно интерпретирует полученные результаты.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-содержание теоретических методов визуализации экономических данных;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применять методы эконометрического анализа для решения экономических задач;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-строить математические модели экономических процессов с помощью программ визуализации</li> </ul>

		данных. знать: -статистические критерии проверки гипотез о моделях регрессии; уметь: -тестировать модели на гетероскедастичность и автокорреляцию и устранять их в случае обнаружения; владеть: -способностью применять математический инструментарий многомерного статистического анализа для решения экономических задач.
	ИОПК-2.3. Обработывает статистическую информацию и получает статистически обоснованные выводы.	

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенции (части компетенций)	Критерии оценивания	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Шкала оценивания
1	Тема 1. Линейная парная регрессия и корреляция.	УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	Знать: - графический, аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции; - эконометрические модели явлений на макро и микроуровне; - ошибки спецификации модели. Уметь: - применять эконометрический инструментарий для решения экономических задач; - оценивать параметры линейной регрессии методом наименьших квадратов; - анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-экономических показателей. Владеть: - приемами оценки существенности параметров линейной регрессии и корреляции; - методиками применения эконометрических	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»

			моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов; - современными методиками расчета интервала прогноза по линейному уравнению регрессии.		
2	Тема 2. Отбор факторов при построении множественной регрессии.	УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	Знать: - методы эконометрического моделирования в процессе теоретического и экспериментального исследования экономических явлений; - требования к факторам, включаемым в регрессию. Уметь: - применять эконометрический инструментарий для решения экономических задач; - оценивать параметры уравнения множественной регрессии методом наименьших квадратов. Владеть: - приемами эконометрических расчетов в деятельности хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; - методами оценки надежности результатов множественной регрессии и корреляции.	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»
3	Тема 3. Регрессионные модели с переменной структурой.	УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	Знать: - эконометрические модели явлений на макро и микроуровне; - фиктивные переменные во множественной регрессии. Уметь: - ориентироваться в системе эконометрических моделей характеризующих профессиональную деятельность; - выявлять предпосылки метода наименьших квадратов. Владеть: - методиками применения	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»

			эконометрических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов; - обобщенным методом наименьших квадратов.		
4	Тема 4. Классы нелинейных регрессий.	УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	Знать: - основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; - регрессии, нелинейные относительно включенных в анализ объясняющих переменных, но линейные по оцениваемым параметрам; - регрессии, нелинейные по оцениваемым параметрам: нелинейная модель внутренне линейная и нелинейная модель внутренне нелинейная. Уметь: - анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-экономических показателей; - оценивать параметры методом наименьших квадратов. Владеть: - современными методиками расчета и анализа социально-экономических показателей, характеризующих экономические процессы и явления на микро- и макроуровне; - методом оценки параметров нелинейной модели внутренне линейной.	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»
5	Тема 5. Корреляция для	УК-1 (ИУК-1.1,	Знать: - основы построения,	Устный опрос, тесты, решение	«Зачтено» «Не зачтено»



	нелинейной регрессии.	ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; - основы расчета индекса корреляции, индекса детерминации. Уметь: - анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-экономических показателей; - осуществлять проверку существенности в целом уравнения нелинейной регрессии. Владеть: - современными методиками расчета и анализа социально-экономических показателей, характеризующих экономические процессы и явления на микро- и макроуровне; - методами оценки качества модели по средней ошибке аппроксимации.	ситуационных задач	
6	Тема 6. Характеристики временных рядов.	УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)  ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)	Знать: - основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; - основные элементы временного ряда. Уметь: - анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»

			<p>экономических показателей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать тенденции временного ряда.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методиками расчета и анализа социально-экономических показателей, характеризующих экономические процессы и явления на микро- и макроуровне;</li> <li>- навыками моделирования тенденций временного ряда при наличии структурных изменений.</li> </ul>		
7	<p>Тема 7. Изучение взаимосвязей по временным рядам.</p>	<p>УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)</p> <p>ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы эконометрического моделирования в процессе теоретического и экспериментального исследования экономических явлений;</li> <li>- специфику статистической оценки взаимосвязи двух временных рядов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять эконометрический инструментарий для решения экономических задач;</li> <li>- оценивать параметры уравнения регрессии при наличии автокорреляции в остатках.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами эконометрических расчетов в деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне;</li> <li>- методами исключения тенденции.</li> </ul>	<p>Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач</p>	<p>«Зачтено» «Не зачтено»</p>
8	<p>Тема 8. Структурная и приведенная формы модели.</p>	<p>УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)</p> <p>ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эконометрические модели явлений на макро и микроуровне;</li> <li>- общие понятия о системах уравнений, используемых в эконометрике.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в системе эконометрических</li> </ul>	<p>Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач</p>	<p>«Зачтено» «Не зачтено»</p>

			<p>моделей характеризующих профессиональную деятельность;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять эндогенные и экзогенные переменные в системах одновременных уравнений.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками применения эконометрических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов;</li> <li>- навыками построения системы линейных одновременных (взаимозависимых, совместных) уравнений.</li> </ul>		
9	Тема 9. Проблема идентификации.	<p>УК-1 (ИУК-1.1, ИУК-1.2)</p> <p>ОПК-2 (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне;</li> <li>- понятия идентифицируемых, неидентифицируемых и сверхидентифицируемых структурных моделей.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в системе эконометрических моделей характеризующих профессиональную деятельность;</li> <li>- выявлять необходимое и достаточное условие идентифицируемости уравнения системы.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами эконометрических расчетов в деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне;</li> <li>- методами оценивания параметров структурной модели: косвенный метод наименьших квадратов, двухшаговый метод наименьших квадратов, трехшаговый</li> </ul>	Устный опрос, тесты, решение ситуационных задач	«Зачтено» «Не зачтено»

		метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия с полной информацией, метод максимального правдоподобия при ограниченной информации.		
ИТОГО	Форма контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации	Шкала оценивания	
	Зачет с оценкой	Ответ на билет	«Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно»	

### Критерии оценивания результатов обучения для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### 1. Критерий оценивания устного ответа:

Зачтено – хорошее знание основных терминов и понятий курса, последовательное изложение материала курса, умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов, достаточно полные ответы на вопросы, умение использовать фундаментальные понятия из базовых дисциплин при ответе.

Не зачтено – не выполнены требования, соответствующие оценке «зачтено».

#### 2. Критерии оценивания тестирования:

Оценка «отлично» – 86 % – 100 % правильных ответов.

Оценка «хорошо» – 70 % – 85 % правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» – 51 % – 69 % правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» – 50 % и менее правильных ответов.

#### 3. Критерии оценивания решения ситуационных задач:

Зачтено – ответ на вопрос задачи дан правильный, объяснение хода её решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями или решение подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании, или ответ на вопрос задачи дан правильный, объяснение хода её решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием.

Не зачтено – не выполнены требования, соответствующие оценке «зачтено».

#### 4. Критерии оценивания ответа на зачете с оценкой:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал знание основного теоретического содержания дисциплин учебного плана образовательной программы высшего образования, умение показать уровень сформированности практических профессиональных умений и навыков, способность четко и аргументировано отвечать на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал недостаточно полное знание основного теоретического содержания дисциплин учебного плана образовательной программы высшего образования, проявил неявное умение продемонстрировать уровень сформированности практических профессиональных умений и навыков, давал не всегда четкие и логичные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал неглубокие знания основного теоретического содержания дисциплин учебного плана образовательной программы высшего образования, а также испытывал существенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал отсутствие знаний основного теоретического содержания дисциплин учебного плана образовательной программы высшего образования при ответе на вопросы билета.

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

#### **1 ЭТАП – Текущий контроль освоения дисциплины**

##### **3.1. «Вопросы для устного опроса»:**

1. Спецификация модели.
2. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
3. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
4. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
5. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
6. Спецификация модели.
7. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
8. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
9. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
10. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
11. Спецификация модели.
12. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
13. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
14. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
15. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
16. Спецификация модели.
17. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
18. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
19. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
20. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
21. Спецификация модели.
22. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
23. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.

24. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
25. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
26. Спецификация модели.
27. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
28. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
29. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
30. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
31. Спецификация модели.
32. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
33. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
34. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
35. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
36. Спецификация модели.
37. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
38. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
39. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
40. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
41. Спецификация модели.
42. Аналитический и экспериментальный методы выбора вида математической функции.
43. Оценивание параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.
44. Оценка существенности параметров линейной регрессии и корреляции.
45. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.

### Задания закрытого типа (Тестовые задания)

Номер вопроса и проверка сформированной компетенции

№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора	№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора
1	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	20	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
2	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	21	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
3	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	22	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
4	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	23	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
5	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	24	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
6	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	25	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
7	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	26	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
8	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	27	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
9	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	28	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3



10	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	29	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
11	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	30	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
12	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	31	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
13	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	32	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
14	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	33	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
15	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	34	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
16	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	35	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
17	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	36	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
18	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	37	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
19	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3			

## Ключ ответов

Тема 1 № вопроса	Верный ответ	Тема 2 № вопроса	Верный ответ	Тема 3 № вопроса	Верный ответ
1	1	5	3	9	1
2	1	6	3	10	2,3
3	2	7	1	11	2
4	3	8	3	12	2

## Ключ ответов

Тема 4 № вопроса	Верный ответ	Тема 5 № вопроса	Верный ответ	Тема 6 № вопроса	Верный ответ
13	4	17	4-2-3-1	22	4
14	4	18	2	23	2
15	1-4, 2-2, 3-3, 4-1	19	3	24	1
16	1	20	2	25	1
		21	4		

## Ключ ответов

Тема 7 № вопроса	Верный ответ	Тема 8 № вопроса	Верный ответ	Тема 9 № вопроса	Верный ответ
26	3	30	2	34	2
27	1	31	1	35	3
28	4	32	2	36	2
29	2	33	1	37	1-2, 2-3, 3-1, 4-4

**Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля  
по темам дисциплины:**

**Тема 1. Линейная парная регрессия и корреляция**

Задание № 1

В модели парной линейной регрессии величина  $U$  является ...

1. неслучайной;
2. постоянной;
3. случайной;
4. положительной.

Задание № 2

Некоррелированность случайных величин означает ...

1. отсутствие линейной связи между ними;
2. отсутствие любой связи между ними;
3. их независимость;

4. отсутствие нелинейной связи между ними.

### Задание № 3

Метод наименьших квадратов используется для оценивания ...

1. величины коэффициента детерминации
2. параметров линейной регрессии
3. величины коэффициента корреляции
4. средней ошибки аппроксимации

### Задание № 4

Статистической зависимостью называется ...

1. очная формула, связывающая переменные;
2. связь переменных без учета воздействия случайных факторов;
3. связь переменных, на которую накладывается воздействие случайных факторов;
4. любая связь переменных.

## **Тема 2. Отбор факторов при построении множественной регрессии**

### Задание № 5

Пространственные данные – это данные, полученные от ... моменту (ам. времени)

1. одного объекта, относящиеся к разным;
2. разных однотипных объектов, относящихся к разным;
3. разных однотипных объектов, относящихся к одному и тому же;
4. одного объекта, относящиеся к одному.

### Задание № 6

Если наблюдаемое значение критерия больше критического значения, то гипотеза ...

1.  $H_1$  отвергается;
2.  $H_1$  принимается;
3.  $H_0$  отвергается;
4.  $H_0$  принимается.

### Задание № 7

Коэффициентом детерминации  $R^2$  характеризуют долю вариации переменной ... с помощью уравнения регрессии

1. зависимой, объясненную;
2. зависимой, необъясненную;

3. независимой, объясненную;
4. независимой, необъясненную.

#### Задание № 8

При идентификации модели производится ... модели

1. проверка адекватности;
2. оценка параметров;
3. статистический анализ и оценка параметров;
4. статистический анализ.

### Тема 3. Регрессионные модели с переменной структурой

#### Задание № 9

Первая главная компонента:

1. содержит максимальную долю изменчивости всей матрицы факторов;
2. отражает степень влияния первого фактора на результат;
3. отражает степень влияния результата на первый фактор;
4. отражает долю изменчивости результата, обусловленную первым фактором;
5. отражает тесноту связи между результатом и первым фактором.

#### Задание № 10

Если расчетное значение F-критерия Фишера превышает табличное, то можно сделать вывод о:

1. статистической незначимости построенной модели;
2. значимости(существенности) моделируемой зависимости;
3. статистической значимости построенной модели;
4. невозможности использования построенной модели для описания исследуемой зависимости.

#### Задание № 11

МНК автоматически дает \_\_\_\_\_ для данной выборки значение коэффициента детерминации  $R^2$ :

1. минимальное;
2. максимальное;
3. среднее;
4. средневзвешенное;
5. случайное.

## Задание № 12

Стандартными уровнями значимости являются ...% и ...% уровни

1. 4 / 3;
2. 5 / 1;
3. 3 / 2;
4. 10 / 0,1.

**Тема 4. Классы нелинейных регрессий**

## Задание № 13

Косвенный метод наименьших квадратов применим для ...

1. неидентифицируемой системы уравнений;
2. неидентифицируемой системы рекурсивных уравнений;
3. любой системы одновременных уравнений;
4. идентифицируемой системы одновременных уравнений.

## Задание № 14

Какой из тестов используется для выбора формы модели:

1. тест Фишера;
2. тест Рамсея;
3. тест Дарбина-Уотсона;
4. тест Бокса-Кокса.

## Задание № 15

Установите соответствие

Дистракторы:

1.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i$ ;
2.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2$ ;
3.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 + a_3 \cdot x_i^3 + a_4 \cdot x_i^4$ ;
4.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 + a_3 \cdot x_i^3$ .

Дистракторы соответствия:

1. полином третьей степени;
2. полином второй степени;
3. полином четвертой степени;
4. полином первой степени.

## Задание № 16

Выборочная ковариация является мерой ... двух переменных

1. взаимосвязи;
2. нелинейной связи;
3. рассеяния;
4. линейной связи.

**Тема 5. Корреляция для нелинейной регрессии**

## Задание № 17

Установите последовательность. Для того, что «вручную» рассчитать коэффициент корреляции  $r$ -Спирмена необходимо выполнить следующие шаги:

1. найти сумму квадратов разностей;
2. для каждого значения вычесть из значения ранга  $X$  значение ранга  $Y$ ;
3. возвести каждое значение полученной предыдущем шаге в квадрат;
4. ранжировать значения сначала одной, а затем другой переменной.

## Задание № 18

Выборочная корреляция является \_\_\_\_\_ оценкой теоретической корреляции:

1. точной;
2. состоятельной;
3. эффективной;
4. несмещенной;
5. случайной.

## Задание № 19

При автокорреляции оценка коэффициентов регрессии становится:

1. смещенной;
2. невозможной;
3. неэффективной;
4. равной 0;
5. равной максимальному значению.

## Задание № 20

Определение отдельного вклада каждой из независимых переменных в объясненную дисперсию в случае их коррелированности является \_\_\_\_\_ задачей:

1. достаточно простой;

2. невыполнимой;
3. достаточно сложной;
4. первостепенной;
5. выполнимой.

#### Задание № 21

Примером нелинейной зависимости экономических показателей является ...

1. зависимость объема продаж от недели реализации, выраженная линейным трендом
2. линейная зависимость затрат на производство от объема выпуска продукции
3. линейная зависимость выручки от величины оборотных средств
4. классическая гиперболическая зависимость спроса от цены

### Тема 6. Характеристики временных рядов

#### Задание № 22

В правой части приведенной формы системы одновременных уравнений, построенной по перекрестным данным (cross-section data. без учета временных факторов, могут стоять \_\_\_\_\_ переменные.

1. лаговые;
2. зависимые;
3. эндогенные;
4. экзогенные.

#### Задание № 23

В стационарном временном ряде трендовая компонента ...

1. имеет линейную зависимость от времени;
2. отсутствует;
3. имеет нелинейную зависимость от времени;
4. присутствует.

#### Задание № 24

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

1. линейным трендом;
2. параболическим трендом;
3. гиперболическим трендом;
4. экспоненциальным трендом.

## Задание № 25

Временные ряды – это данные, характеризующие ... момент (ы) времени

1. один и тот же объект в различные;
2. разные объекты в один и тот же;
3. один и тот же объект в один и тот же;
4. разные объекты в различные.

**Тема 7. Изучение взаимосвязей по временным рядам**

## Задание № 26

Если рассматриваемые временные ряды имеют тенденцию, коэффициент корреляции по абсолютной величине будет:

1. низким;
2. средним;
3. высоким;
4. равен нулю.

## Задание № 27

Одним из известных способов проверки регрессионных остатков эконометрической модели на автокорреляцию является критерий

1. Дербина-Уотсона;
2. Марка-Шагала;
3. Куприна-Утрехта;
4. Айзека-Азимова.

## Задание № 28

Причинно-следственная зависимость в уровнях двух (или более) временных рядов, которая выражается в совпадении или противоположной направленности их тенденций и случайной колеблемости называется:

1. конвергенция;
2. дисперсия;
3. ковариация;
4. коинтеграцией;
5. интеграция.

## Задание № 29

Если фактическое значение критерия Дарбина-Уотсона меньше критического значения для заданного уровня значимости:

1. нулевая гипотеза принимается;
2. нулевая гипотеза отклоняется;



3. уравнение является не временным;
4. нулевая гипотеза меняется на ненулевую.

## **Тема 8. Структурная и приведенная формы модели**

### **Задание № 30**

Экзогенные переменные при структурировании модели – это:

1. зависимые переменные;
2. независимые переменные;
3. датированные предыдущими моментами времени;
4. датированные будущими моментами времени.

### **Задание № 31**

Эндогенные переменные при структурировании модели – это:

1. зависимые переменные;
2. независимые переменные;
3. датированные предыдущими моментами времени;
4. датированные будущими моментами времени.

### **Задание № 32**

Обычно для определения структурных коэффициентов модели структурная форма модели преобразуется в приведенную форму модели, так как МНК:

1. дает несмещенные оценки;
2. дает смещенные оценки;
3. не может быть использован в целом;
4. выводить модель не в приведенном виде.

### **Задание № 33**

По своему виду приведенная форма модели от системы независимых уравнений, параметры которой оцениваются традиционным МНК:

1. ничем не отличается;
2. отличается набором факторов;
3. отличается набором переменных;
4. отличается корреляцией.

## Тема 9. Проблема идентификации

### Задание № 34

Построено гиперболическое уравнение регрессии:  $y = a + b/x$ . Для проверки значимости уравнения используется распределение:

1. нормальное;
2. Стьюдента;
3. Пирсона;
4. Фишера-Снедекора.

### Задание № 35

Идентификация – единственность соответствия между ... формами модели:

1. настоящей и фиктивной;
2. первой и второй;
3. структурной и приведенной;
4. прямой и обратной.

### Задание № 36

Если число приведенных коэффициентов меньше числа структурных коэффициентов, то модель:

1. точно идентифицируема;
2. неидентифицируема;
3. сверх идентифицируема;
4. нелинейная.

### Задание № 37

Установите соответствие:

Дистракторы:

1. модель точно идентифицируема;
2. модель неидентифицируема;
3. модель сверх идентифицируема;
4. модель множественной линейной регрессии.

Дистракторы соответствия:

1. если число приведенных коэффициентов больше числа структурных коэффициентов;
2. если число приведенных коэффициентов равно числу структурных коэффициентов;
3. если число приведенных коэффициентов меньше числа структурных коэффициентов;
4. практическая статистическая модель для оценки связей между непрерывной зависимой переменной и переменными-предикторами

**Задания открытого типа ( типовые задания, ситуационные задачи)****Номер вопроса и проверка сформированной компетенции**

№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора	№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора
1	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	11	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
2	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	12	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
3	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	13	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
4	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	14	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
5	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	15	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
6	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	16	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
7	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	17	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
8	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	18	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
9	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	19	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3

10	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	20	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
----	---------------	---	----	---------------	---

### Ключ ответов к заданиям открытого типа

№ вопроса	Верный ответ																																																																																																																	
1	<p>Решение</p> <p>1. Подготовим данные для анализа. Перенесем данные задачи и выделим ячейки, в которых будут рассчитывать значения.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> <tr> <th></th> <th>№ п/п</th> <th>x</th> <th>y</th> <th></th> <th>Коэффициент корреляции</th> <th>Параметр a</th> <th>Параметр b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>11</td><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>13</td><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>15</td><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>18</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>5</td><td>20</td><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>6</td><td>22</td><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>7</td><td>24</td><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>8</td><td>25</td><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>9</td><td>27</td><td>39</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>2. Используем следующие функции:  <b>КОРРЕЛ (массив1; массив2)</b> вычисляет коэффициент корреляции между двумя переменными; значения первой из них приведены в диапазоне массив1, значения второй – в диапазоне массив2;  <b>НАКЛОН (известные_значения_y; известные_значения_x)</b> служит для определения коэффициента <math>b</math>;  <b>ОТРЕЗОК (известные_значения_y; известные_значения_x)</b> служит для определения коэффициента <math>a</math>.</p> <p>Вводим формулы</p> <table border="1"> <tr> <td>Коэффициент корреляции</td> <td>E2</td> <td>=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент <math>a</math></td> <td>F2</td> <td>=ОТРЕЗОК(C2:C10;E2)</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент <math>b</math></td> <td>G2</td> <td>=НАКЛОН(C2:C10;E2)</td> </tr> </table> <p>После каждого ввода формулы жмем <b>ENTER</b>  Ввод функции <b>КОРРЕЛ</b></p>		A	B	C	D	E	F	G		№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Параметр a	Параметр b	1								2	1	11	15					3	2	13	17					4	3	15	21					5	4	18	20					6	5	20	28					7	6	22	33					8	7	24	34					9	8	25	32					10	9	27	39					11								Коэффициент корреляции	E2	=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)	Коэффициент $a$	F2	=ОТРЕЗОК(C2:C10;E2)	Коэффициент $b$	G2	=НАКЛОН(C2:C10;E2)
	A	B	C	D	E	F	G																																																																																																											
	№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Параметр a	Параметр b																																																																																																											
1																																																																																																																		
2	1	11	15																																																																																																															
3	2	13	17																																																																																																															
4	3	15	21																																																																																																															
5	4	18	20																																																																																																															
6	5	20	28																																																																																																															
7	6	22	33																																																																																																															
8	7	24	34																																																																																																															
9	8	25	32																																																																																																															
10	9	27	39																																																																																																															
11																																																																																																																		
Коэффициент корреляции	E2	=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)																																																																																																																
Коэффициент $a$	F2	=ОТРЕЗОК(C2:C10;E2)																																																																																																																
Коэффициент $b$	G2	=НАКЛОН(C2:C10;E2)																																																																																																																

	A	B	C	D	E	F	G
№ п/п	x	y			Коэффициент корреляции	Коэффициент <i>a</i>	Коэффициент <i>b</i>
1							
2	1	11	15		=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)		
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

Ввод функции **ОТРЕЗОК** для определения параметра *a*

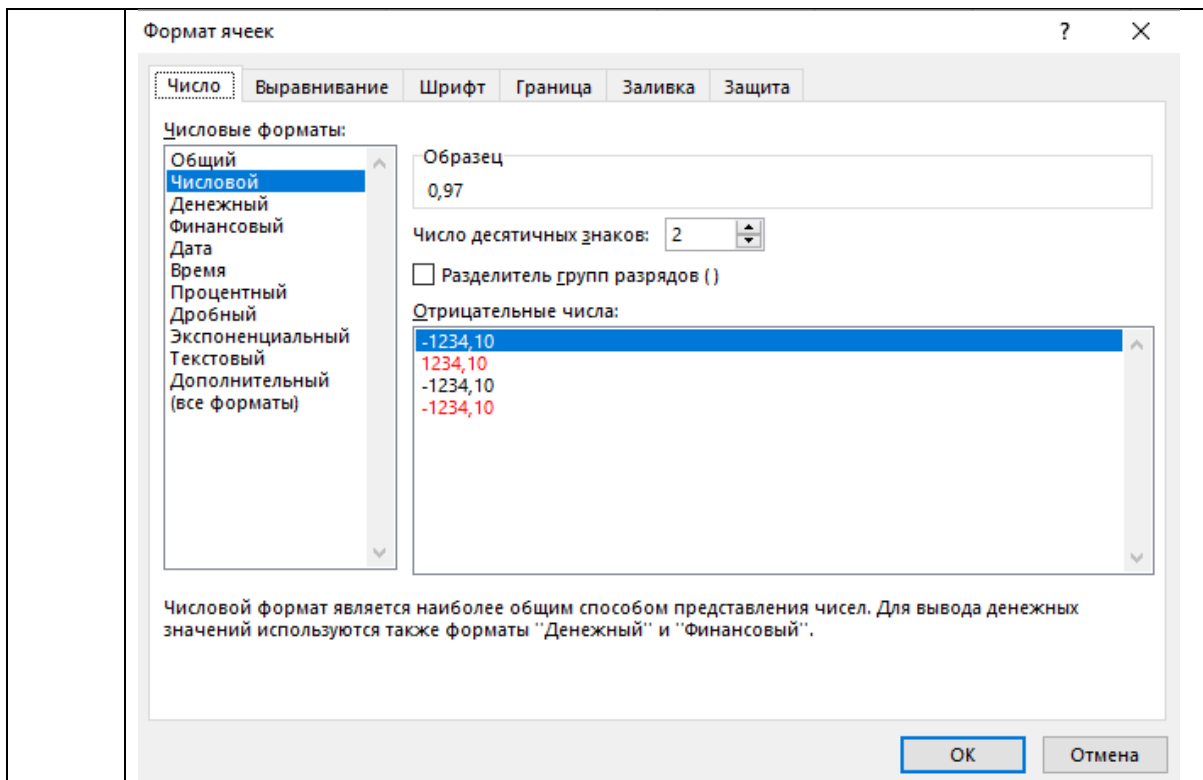
	A	B	C	D	E	F	G
№ п/п	x	y			Коэффициент корреляции	Коэффициент <i>a</i>	Коэффициент <i>b</i>
1							
2	1	11	15		0,966178604	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

Ввод функции **НАКЛОН** для определения параметра *b*

	A	B	C	D	E	F	G	H
№ п/п	x	y			Коэффициент корреляции	Коэффициент <i>a</i>	Коэффициент <i>b</i>	
1								
2	1	11	15		0,966178604	-2,101687389	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	
3	2	13	17					
4	3	15	21					
5	4	18	20					
6	5	20	28					
7	6	22	33					
8	7	24	34					
9	8	25	32					
10	9	27	39					

3. Выделяем ячейки с полученными результатами, ставим выровняем «По центру», шрифт TNR, кегль 12.

4. В свойствах ячеек выставляем формат «Числовой» и ставим два знака после запятой.



### 5. Итоговый результат расчета

	A	B	C	D	E	F	G
	№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Коэффициент $a$	Коэффициент $b$
1							
2	1	11	15		0,97	-2,10	1,47
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

2

Решение

1. Подготовим данные для анализа. Перенесем данные задачи и выделим ячейки, в которых будут рассчитываться значения.

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y				
2	1	11	25				
3	2	13	27				
4	3	15	31				
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				

2. Встроенная статистическая функция **ЛИНЕЙН** определяет параметры линейной регрессии.

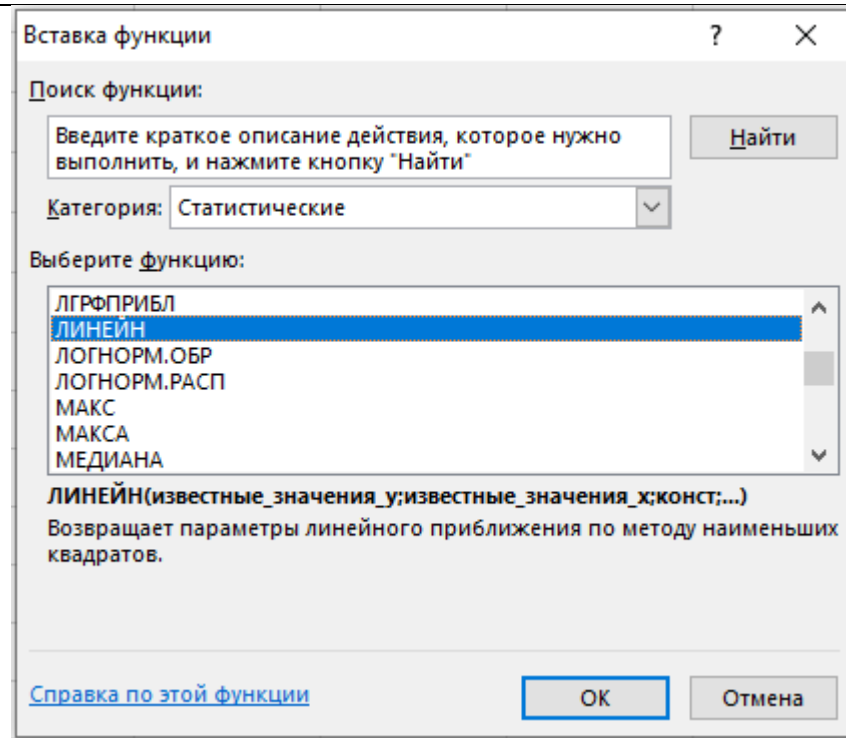
Порядок вычислений следующий:

1) выделите область пустых ячеек 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (F2:G6);

2) в главном меню выберите **Вставка/Функция**;

The screenshot shows the 'Insert Function' dialog box in Microsoft Excel. The 'Function category' is set to 'Statistical' and the 'Function name' is 'LINEAR'. The 'fx' icon is highlighted with a red box. Below the dialog box, the spreadsheet is visible with the same data as the first table. The cells F2:G6 are highlighted in grey, indicating they are selected for the regression statistics output.

3) в строке **Категория** выберите **Статистические**, в окне **Функция** – **ЛИНЕЙН**. Щелкните **ОК**



4) Заполните аргументы функции:

*Известные\_значения\_y* – диапазон, содержащий данные результирующего признака;

*Известные\_значения\_x* – диапазон, содержащий данные факторов независимого признака;

*Константа* – логическое значение, которое указывает на наличие или на отсутствие свободного члена в уравнении; если *Константа* = 1, то свободный член рассчитывается обычным образом, если *Константа* = 0, то свободный член равен 0.

*Статистика* – логическое значение, которое указывает вывести дополнительную информацию по регрессионному анализу или нет. Если *Статистика* = 1, то дополнительная информация выводится, если *Статистика* = 0, то выводится только оценки параметров уравнения. Далее **ОК**.



Аргументы функции

ЛИНЕЙН

Известные\_значения\_y C2:C10 = {25;27;31;40;38;43;44;40;45}

Известные\_значения\_x B2:B10 = {11;13;15;18;20;22;24;25;27}

Конст 1 = ИСТИНА

Статистика 1| = ИСТИНА

= {1,25088809946714;12,677175843694}

Возвращает параметры линейного приближения по методу наименьших квадратов.

**Статистика** логическое значение, которое указывает, требуется ли вернуть дополнительную статистику по регрессии (ИСТИНА) или только коэффициенты  $m$  и константу  $b$  (ЛОЖЬ или отсутствие значения).

Значение: 1,250888099

[Справка по этой функции](#)

5) В левой верхней ячейке выделенной области появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (**F2:G6**), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$			Расчет параметров	
2	1	11	25			=ЛИНЕЙН(C2:	
3	2	13	27			C10;B2:B10;1;	
4	3	15	31			1	
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				

Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение $a$
Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение
$F$ -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

3. Итоговый результат расчета параметров с помощью функции **ЛИНЕЙН**

	E	F	G	H
	Расчет параметров			
	Значение коэффициента $b$	1,25	12,68	Значение коэффициента $a$
	Среднеквадратическое отклонение $b$	0,18	3,62	Среднеквадратическое отклонение $a$
	Коэффициент детерминации $R^2$	0,87	2,84	Среднеквадратическое отклонение $y$
	$F$ - статистика	48,53	7,00	Число степеней свободы
	Регрессионная сумма квадратов	391,53	56,47	Остаточная сумма квадратов
3	Решение			
	1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.			
		A	B	C
	1	№ п/п	$x$	$y$
	2	1	11	25
	3	2	13	27
	4	3	15	31
	5	4	18	40
	6	5	20	38
	7	6	22	43
	8	7	24	44
	9	8	25	40
	10	9	27	45
	2. Введем вспомогательные данные:			
	Ячейка	Формула	Примечание	
	C16	9	Число предприятий	
	C17	0,05	Уровень значимости	
	C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $a$	
	C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $b$	
	C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора $x$	
	C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата $y$	

	A	B	C	D
1	№ п/п	x	y	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента a		12,68	
19	Расчёт коэффициента b		1,25	
20	Среднее значение фактора x		19,44	
21	Среднее значение результата y		37,00	

### 3. Проверка значимости коэффициента $b$

1) Для расчетов сумм квадратов отклонений введем формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=C\$18+C\$19*B2	Копируем в диапазон D2:D10
E2	=(C2-D2)^2	Копируем в диапазон E2:E10
F2	=(B2-C\$20)^2	Копируем в диапазон F2:F10
E11	=СУММ(E2:E10)	$\sum e_i^2$
F11	=СУММ(F2:F10)	$\sum (x - x_{cp})^2$

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	x	y	y(x)	e^2	(x-x <sub>cp</sub> )^2
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09
11				Сумма	56,47	250,22

2) для проверки значимости коэффициента  $b$  введем следующие формулы в ячейки:

Ячейка	Формула	Примечание
G16	=(E11/((C16-2)*F11))^0,5	Стандартная ошибка параметра $b$
G17	=C19/D24	t-статистика параметра $b$
G18	=СТЮДРАСПОБР(\$C\$17;\$C\$16-2)	t-статистика табличное
G19	=G18*G16	Предельная ошибка
G20	=C19-G19	Нижняя граница доверительного интервала
G21	=C19+G19	Верхняя граница доверительного интервала

4. Вывод о значимости параметра  $b$ . Если t-статистика параметра  $b >$  t-статистика табличное, т.е. значение в ячейке **G17**  $>$  **G18**, то параметр «**Значим**», если нет, то «**Не значим**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$y(x)$	$e^2$	$(x-x_{ср})^2$	
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	
11				Сумма	56,47	250,22	
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости $b$		
16	Число предприятий		9,00		Ст. ош. пар. $b$		0,1796
17	Уровень значимости		0,05		t-критерий (расч.)		6,9665
18	Расчёт коэффициента $a$		12,68		t-критерий (табл.)		2,3646
19	Расчёт коэффициента $b$		1,25		Предельная ошибка		0,4246
20	Среднее значение фактора $x$		19,44		Нижняя граница		0,8263
21	Среднее значение результата $y$		37,00		Верхняя граница		1,6755
22					<b>Вывод</b>		<b>Значим</b>

4 Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	$x$	$y$
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Введем вспомогательные данные:

Ячейка	Формула	Примечание
C16	9	Число предприятий
C17	0,05	Уровень значимости
C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $a$
C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $b$
C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора $x$
C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата $y$

	A	B	C	D
1	№ п/п	$x$	$y$	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента $a$		12,68	
19	Расчёт коэффициента $b$		1,25	
20	Среднее значение фактора $x$		19,44	
21	Среднее значение результата $y$		37,00	

3. Проверка значимости коэффициента  $a$

1) Для расчетов сумм квадратов отклонений введем формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=\$C\$18+\$C\$19*B2	Копируем в диапазон D2:D10
E2	=(C2-D2)^2	Копируем в диапазон E2:E10

F2	= $(B2-SC\$20)^2$	Копируем в диапазон F2:F10
E11	=СУММ(E2:E10)	$\sum e_i^2$
F11	=СУММ(F2:F10)	$\sum (x - x_{cp})^2$
D2	= $B2^2$	$x^2$
D11	=СУММ(D2:D10)	$\sum x^2$

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$y(x)$	$e^2$	$(x-x_{cp})^2$	$x^2$
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	121,00
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	169,00
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	225,00
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	324,00
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	400,00
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	484,00
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	576,00
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	625,00
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	729,00
11				Сумма	56,47	250,22	3653,00

2) для проверки значимости коэффициента  $b$  введем следующие формулы в ячейки:

Ячейка	Формула	Примечание
G16	= $(E11/((C16-2)*F11))^0,5$	Стандартная ошибка параметра $b$
G17	= $G16*КОРЕНЬ(G11/C16)$	Стандартная ошибка параметра $b$
G18	= $C18/G17$	t-статистика параметра $a$
G19	=СТЮДРАСПОБР( $SC\$17;SC\$16-2$ )	t-статистика табличное
G20	= $G19*G17$	Предельная ошибка
G21	= $C18-G20$	Нижняя граница доверительного интервала
G22	= $C18+G20$	Верхняя граница доверительного интервала

4. Вывод о значимости параметра  $a$ . Если t-статистика параметра  $a >$  t-статистика табличное, т.е. значение в ячейке **G18**  $>$  **G19**, то параметр «**Значим**», если нет, то «**Не значим**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y	y(x)	e^2	(x-xcp)^2	x^2
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	121,00
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	169,00
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	225,00
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	324,00
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	400,00
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	484,00
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	576,00
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	625,00
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	729,00
11				Сумма	56,47	250,22	3653,00
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости a		
16	Число предприятий		9,00		Ст. ош. пар. b		0,1796
17	Уровень значимости		0,05		Ст. ош. пар. a		3,6175
18	Расчёт коэффициента a		12,68		t-критерий (расч.)		3,5044
19	Расчёт коэффициента b		1,25		t-критерий (табл.)		2,3646
20	Среднее значение фактора x		19,44		Предельная ошибка		8,5540
21	Среднее значение результата y		37,00		Нижняя граница		4,1232
22					Верхняя граница		21,2312
23					<b>Вывод</b>		<b>Значим</b>

5

Решение

1. В диапазоне A1:D10 подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. В главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Регрессия – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

*Входной интервал Y* – диапазон, содержащий данные результативного признака;

*Входной интервал X* – диапазон, содержащий данные факторов независимого признака;

*Метки* – флажок, который указывает, содержит ли первая строка название столбцов или нет;

*Константа – ноль* – флажок, указывающий на наличие или отсутствие свободного члена в уравнении;

*Выходной интервал* – достаточно указать левую верхнюю ячейку будущего диапазона;

*Новый рабочий лист* – можно задать произвольное имя нового листа.

На новом рабочем листе появляются данные регрессионного анализа. Коэффициент при переменных выделены цветом (см. рис.)



1	Вывод ИТОГОВ					
2						
3	<i>Регрессионная статистика</i>					
4	Множественный R	0,955061565				
5	R-квадрат	0,912142593				
6	Нормированный R-квадрат	0,88285679				
7	Стандартная ошибка	2,561253551				
8	Наблюдения	9				
9						
10	Дисперсионный анализ					
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
12	Регрессия	2	408,6398815	204,3199407	31,14623866	0,000678165
13	Остаток	6	39,3601185	6,560019751		
14	Итого	8	448			
15						
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
17	Y-пересечение	16,88272739	4,173901832	4,044830969	0,006765597	6,669557533
18	x1	0,459615393	0,515987633	0,890748855	0,407360756	-0,80296086
19	x2	0,156489517	0,096892158	1,615089613	0,157418484	-0,080597051
20						
21						
22						
23	Вывод ОСТАТКА					
24						
25	<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное y</i>	<i>Остатки</i>			
26	1	25,69424513	-0,694245132			
27	2	27,23943399	-0,239433988			
28	3	31,60143416	-0,601434157			
29	4	36,89251827	3,107481728			
30	5	40,0026023	-2,002602302			
31	6	41,23481212	1,765187877			
32	7	41,68457436	2,315425643			
33	8	44,02206396	-4,022063959			
34	9	44,62831571	0,37168429			

3. Исходное уравнение множественно регрессии будет иметь вид  
 $y = 16,88 + 0,46x_1 + 0,16x_2$

6

## Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	x	y
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Введем вспомогательные данные:

Ячейка	Формула	Примечание
C16	9	Число предприятий
C17	0,05	Уровень значимости
C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента <i>a</i>
C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента <i>b</i>
C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора <i>x</i>

C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата у		
	A	B	C	D
1	№ п/п	x	y	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента a		12,68	
19	Расчёт коэффициента b		1,25	
20	Среднее значение фактора x		19,44	
21	Среднее значение результата у		37,00	

3. Проверка общего качества уравнения регрессии с помощью F-теста (F-критерия Фишера).

Для расчета показателей, введем формулы

Ячейка	Формула	Примечание
G16	=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)^2	Коэффициент детерминации R <sup>2</sup>
G17	=G16*(C16-2)/(1-G16)	F-критерий расчетный
G18	=ФРАСПОБР(C17;1;C16-2)	F-критерий табличный

4. Вывод о значимости уравнения регрессии. Если F-критерий расчетный > F-критерий табличный, т.е. значение в ячейке **G17** > **G18**, то «**Значимо**», если нет, то «**Не значимо**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y				
2	1	11	25				
3	2	13	27				
4	3	15	31				
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				
11							
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости уравнения		
16	Число предприятий		9,00		Коэффициент детерминации		0,8739
17	Уровень значимости		0,05		F-критерий расч.		48,5319
18	Расчёт коэффициента a		12,68		F-критерий табл.		5,5914
19	Расчёт коэффициента b		1,25		<b>Вывод</b>		<b>Значимо</b>
20	Среднее значение фактора x		19,44				
21	Среднее значение результата y		37,00				

7

## Решение

1. В диапазоне A1:D10 подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. В главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Корреляция – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

Корреляция

Входные данные

Входной интервал: \$B\$2:\$D\$10

Группирование:  по столбцам  по строкам

Метки в первой строке

Параметры вывода

Выходной интервал:

Новый рабочий лист: Корреляция

Новая рабочая книга

OK Отмена Справка

3. Согласно полученным данным коэффициент корреляции между значением  $y$  и  $x_1$  равняется 0,9349, а между  $y$  и  $x_2$  – 0,9490.

	A	B	C	D
1		Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3
2	Столбец 1	1		
3	Столбец 2	0,93485099	1	
4	Столбец 3	0,948959653	0,949489725	1
5				

4. Для оценки и выводов воспользуемся шкалой Чеддока.

Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи
0,1-0,3	Слабая
0,3-0,5	Умеренная
0,5-0,7	Заметная
0,7-0,9	Высокая
0,9-1,0	Очень высокая

Таким образом, теснота связи между объясняемыми  $y$  и объясняющими переменными  $x$  оценивается как очень высокая.

8

## Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	$x$	$y$
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Регрессия в виде степенной функции имеет вид:  $y=ax^b$ . Для нахождения параметров регрессии  $y=ax^b$  необходимо провести ее линеаризацию.

Получим уравнение вида:

$$Y=A+bX,$$

где  $Y=\ln y$ ,  $X=\ln x$ ,  $A=\ln a$

1) Составляем вспомогательную таблицу для преобразованных данных. Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=LN(C2)	$Y=\ln y$ Копируем в диапазон D2:D10
E2	=LN(B2)	$X=\ln x$ Копируем в диапазон E2:E10
F2	=D2*E2	Копируем в диапазон F2:F10
G2	=E2^2	Копируем в диапазон G2:G10
D11	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Копируем в диапазон C11:G11

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$Y=\ln(y)$	$X=\ln(x)$	$YX$	$X^2$
2	1	11	25	3,22	2,40	7,72	5,75
3	2	13	27	3,30	2,56	8,45	6,58
4	3	15	31	3,43	2,71	9,30	7,33
5	4	18	40	3,69	2,89	10,66	8,35
6	5	20	38	3,64	3,00	10,90	8,97
7	6	22	43	3,76	3,09	11,63	9,55
8	7	24	44	3,78	3,18	12,03	10,10
9	8	25	40	3,69	3,22	11,87	10,36
10	9	27	45	3,81	3,30	12,55	10,86
11	Среднее	19,44	37,00	3,59	2,93	10,57	8,65

2) Проведем расчеты параметров регрессии с помощью статистической функции **ЛИНЕЙН**. В ячейку **E15** введём формулу **=ЛИНЕЙН(D2:D10;E2:E10;1;1)**. В ячейке появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (**E15:F19**), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**. Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение $a$
Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение $y$
$F$ -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y	Y=ln(y)	X=ln(x)	YX	X <sup>2</sup>
2	1	11	25	3,22	2,40	7,72	5,75
3	2	13	27	3,30	2,56	8,45	6,58
4	3	15	31	3,43	2,71	9,30	7,33
5	4	18	40	3,69	2,89	10,66	8,35
6	5	20	38	3,64	3,00	10,90	8,97
7	6	22	43	3,76	3,09	11,63	9,55
8	7	24	44	3,78	3,18	12,03	10,10
9	8	25	40	3,69	3,22	11,87	10,36
10	9	27	45	3,81	3,30	12,55	10,86
11	Среднее	19,44	37,00	3,59	2,93	10,57	8,65
12							
13		<b>Коэффициенты</b>			<b>Функция ЛИНЕЙН</b>		
14		<b>регрессии</b>					
15		<b>A</b>	<b>b</b>		0,67	1,62	
16		1,62	0,67		0,07	0,21	
17					0,91	0,06	
18					85,32	8,00	
19					0,35	0,03	

3) Проведем потенцирование полученных коэффициентов для нахождения коэффициентов степенной функции.

Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
B19	=EXP(B16)	Пересчет <i>a</i>
C19	=C16	Пересчет <i>b</i>

12			
13		<b>Коэффициенты</b>	
14		<b>регрессии</b>	
15		<b>A</b>	<b>b</b>
16		1,62	0,67
17		<b>Потенцирование</b>	
18		<b>a</b>	<b>b</b>
19		5,05	0,67
20			

3. Полученное степенное уравнение регрессии будет иметь вид:  $y=5,05 \cdot x^{0,67}$

9

Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	x	y
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Регрессия в виде обратной функции имеет вид  $y = \frac{1}{a+b \cdot x}$ . Для нахождения параметров регрессии  $y = \frac{1}{a+b \cdot x}$  необходимо провести ее линеаризацию. Получим уравнение вида:

$$Y = a + bx,$$

где  $Y = \frac{1}{y}$

1) Составляем вспомогательную таблицу для преобразованных данных. Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=1/C2	$Y = \frac{1}{y}$ Копируем в диапазон D2:D10
E2	=D2*B2	Копируем в диапазон E2:E10
F2	=B2^2	Копируем в диапазон E2:E10
D11	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Копируем в диапазон C11:F11

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	x	y	$Y = 1/y$	$Yx$	$x^2$
2	1	11	25	0,04	0,44	121,00
3	2	13	27	0,04	0,48	169,00
4	3	15	31	0,03	0,48	225,00
5	4	18	40	0,03	0,45	324,00
6	5	20	38	0,03	0,53	400,00
7	6	22	43	0,02	0,51	484,00
8	7	24	44	0,02	0,55	576,00
9	8	25	40	0,03	0,63	625,00
10	9	27	45	0,02	0,60	729,00
11	Среднее	19,44	37,00	0,03	0,52	405,89

2) Проведем расчеты параметров регрессии с помощью статистической функции **ЛИНЕЙН**. В ячейку **E15** введём формулу

=ЛИНЕЙН(D2:D10;B2:B10;1;1). В ячейке появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (E15:F19), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**. Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение $a$
Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение $y$
$F$ -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	$x$	$y$	$Y=1/y$	$Yx$	$x^2$
2	1	11	25	0,04	0,44	121,00
3	2	13	27	0,04	0,48	169,00
4	3	15	31	0,03	0,48	225,00
5	4	18	40	0,03	0,45	324,00
6	5	20	38	0,03	0,53	400,00
7	6	22	43	0,02	0,51	484,00
8	7	24	44	0,02	0,55	576,00
9	8	25	40	0,03	0,63	625,00
10	9	27	45	0,02	0,60	729,00
11	Среднее	19,44	37,00	0,03	0,52	405,89
12						
13		<b>Коэффициенты регрессии</b>			<b>Функция ЛИНЕЙН</b>	
14		<b>a</b>	<b>b</b>			
15					-0,00109	0,04930
16		0,04930	-0,00109		0,00017	0,00351
17					0,84701	0,00276
18					38,75494	7,00000
19					0,00029	0,00005

3. Полученное обратное уравнение регрессии будет иметь вид:

$$y = \frac{1}{0,049 - 0,001 \cdot x}$$



10	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Для оценки и выводов воспользуемся шкалой Чеддока.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Коэффициент корреляция</th> <th style="width: 50%;">Характеристика силы связи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1-0,3</td> <td>Слабая</td> </tr> <tr> <td>0,3-0,5</td> <td>Умеренная</td> </tr> <tr> <td>0,5-0,7</td> <td>Заметная</td> </tr> <tr> <td>0,7-0,9</td> <td>Высокая</td> </tr> <tr> <td>0,9-1,0</td> <td>Очень высокая</td> </tr> </tbody> </table> <p>Зная, что если коэффициент корреляции Спирмена получается с «+», то зависимость прямая, а если с «-», то обратная, получаем:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Событие</th> <th style="width: 50%;">Теснота связи и вид зависимости</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Цветные полосы</td> <td>Высокая, прямая</td> </tr> <tr> <td>Два преподавателя</td> <td>Очень высокая, прямая</td> </tr> <tr> <td>Программисты</td> <td>Высокая, обратная</td> </tr> <tr> <td>Дегустация</td> <td>Слабая, прямая</td> </tr> </tbody> </table>	Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи	0,1-0,3	Слабая	0,3-0,5	Умеренная	0,5-0,7	Заметная	0,7-0,9	Высокая	0,9-1,0	Очень высокая	Событие	Теснота связи и вид зависимости	Цветные полосы	Высокая, прямая	Два преподавателя	Очень высокая, прямая	Программисты	Высокая, обратная	Дегустация	Слабая, прямая																									
Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи																																															
0,1-0,3	Слабая																																															
0,3-0,5	Умеренная																																															
0,5-0,7	Заметная																																															
0,7-0,9	Высокая																																															
0,9-1,0	Очень высокая																																															
Событие	Теснота связи и вид зависимости																																															
Цветные полосы	Высокая, прямая																																															
Два преподавателя	Очень высокая, прямая																																															
Программисты	Высокая, обратная																																															
Дегустация	Слабая, прямая																																															
11	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Из условия задачи имеем, что <math>n = 18</math>, <math>r = 0,64</math>. Введем нулевую гипотезу <math>H_0: r = 0</math>. Проверим эту гипотезу об отсутствии корреляционной зависимости (о незначимости коэффициента корреляции). Вычислим значение критерия</p> $t_{\text{расч.}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,64 \cdot \sqrt{18-2}}{\sqrt{1-0,64^2}} = 3,33$ <p>Найдем критическую точку по уровню значимости <math>\alpha = 0,05</math> и числу степеней свободы <math>k = n - 2 = 18 - 2 = 16</math>, получаем <math>t_{\text{табл}} = 2,12</math>. Так как <math> t_{\text{расч.}}  &gt; t_{\text{табл}}</math>, следует отвергнуть нулевую гипотезу <math>H_0: r = 0</math>, то есть корреляционная зависимость существенна, между X и Y существует зависимость.</p>																																															
12	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>По данным показателям можно рассчитать индекс корреляции, который определяет тесноту связи нелинейной регрессии:</p> $R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{39000}{120000}} = 0,8216$																																															
13	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>1. В диапазоне В3:Е6 введем исходные данные.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 15%;">А</th> <th style="width: 15%;">В</th> <th style="width: 15%;">С</th> <th style="width: 15%;">D</th> <th style="width: 15%;">E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">Квартал</td> <td colspan="4">Год</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>I</td> <td>20</td> <td>28</td> <td>34</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>II</td> <td>31</td> <td>43</td> <td>43</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>III</td> <td>46</td> <td>53</td> <td>56</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>IV</td> <td>52</td> <td>64</td> <td>66</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Для анализа временного ряда перепишем поквартальные данные в один столбец.</p>		А	В	С	D	E	1	Квартал	Год				2	1	2	3	4	3	I	20	28	34	31	4	II	31	43	43	41	5	III	46	53	56	55	6	IV	52	64	66	70	7					
	А	В	С	D	E																																											
1	Квартал	Год																																														
2		1	2	3	4																																											
3	I	20	28	34	31																																											
4	II	31	43	43	41																																											
5	III	46	53	56	55																																											
6	IV	52	64	66	70																																											
7																																																

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Квартал	Год				Квартал	Период времени, t	Временной ряд	
2		1	2	3	4				
3	I	20	28	34	31		I	1	20
4	II	31	43	43	41		II	2	28
5	III	46	53	56	55		III	3	34
6	IV	52	64	66	70		IV	4	31
7							I	5	31
8							II	6	43
9							III	7	43
10							IV	8	41
11							I	9	46
12							II	10	53
13							III	11	56
14							IV	12	55
15							I	13	52
16							II	14	64
17							III	15	66
18							IV	16	70

3. По данным построим график временного ряда. Для этого выделяем диапазон **H2:I18** и переходим на панели инструментов жмем **ВСТАВКА – ДИАГРАММА**. Выбираем вид диаграммы – **точечная с прямыми отрезками**.



4. Как следует из графического представления временного ряда, изображен возрастающий тренд, содержащий сезонные колебания, период которых равен четырем кварталам. Объем продаж во втором полугодии (кварталы III, IV) значительно выше, чем в первом (кварталы I, II). С увеличением t не происходит заметного увеличения сезонных колебаний. Следовательно, для данного временного ряда лучше подходит аддитивная модель.

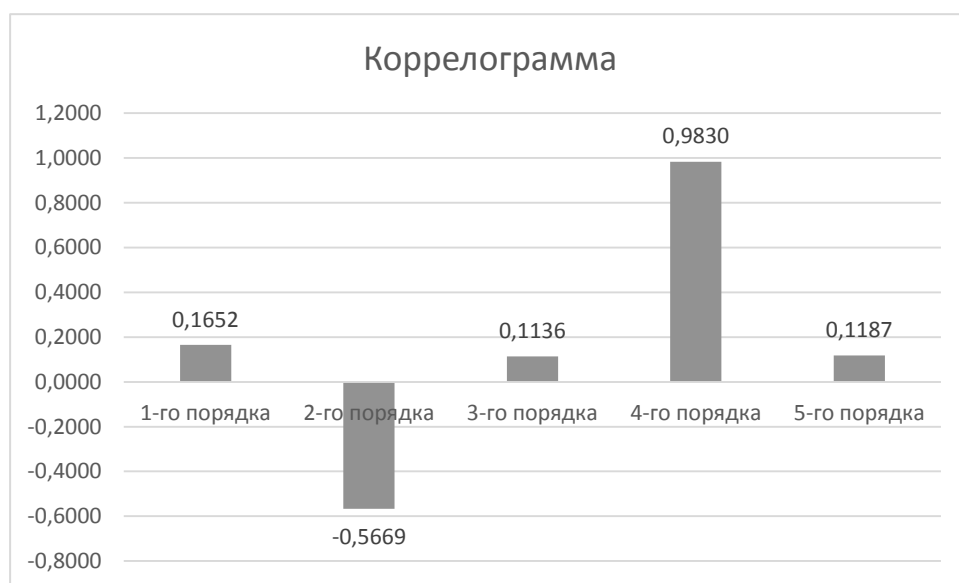
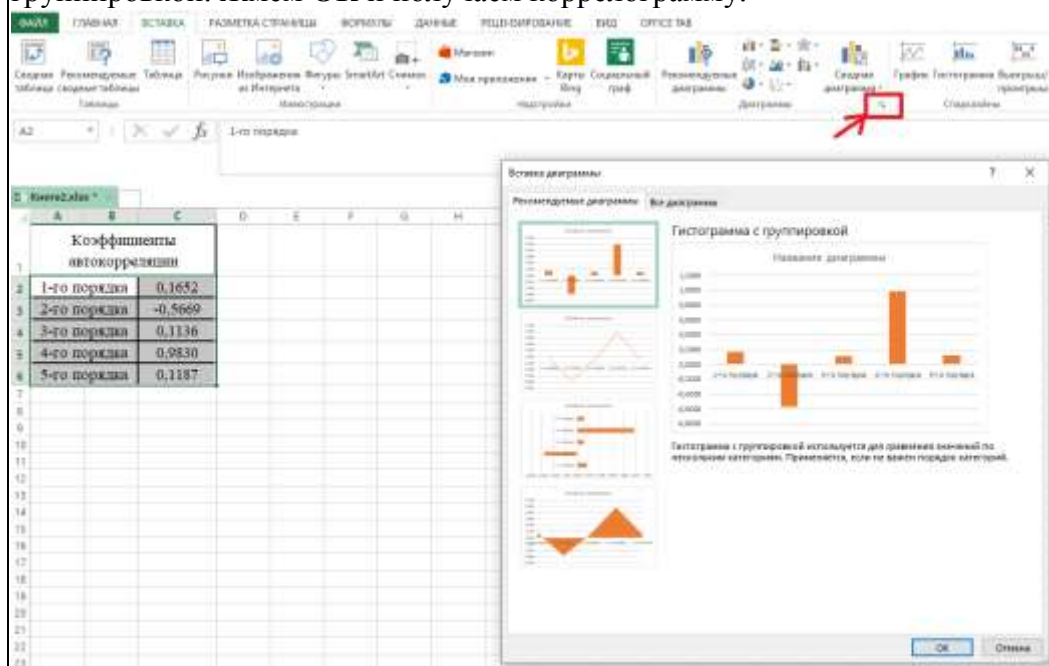
14

Решение

1. Подготовим данные в диапазоне **A2:C6**.

	A	B	C
	<b>Коэффициенты автокорреляции</b>		
1			
2	1-го порядка		0,1652
3	2-го порядка		-0,5669
4	3-го порядка		0,1136
5	4-го порядка		0,9830
6	5-го порядка		0,1187
7			

2. Выделим диапазон A2:C6 и, выбрав на панели инструментов **Вставка – Диаграмма**. Выбираем первую рекомендованную гистограмму с группировкой. Жмем **ОК** и получаем коррелограмму.



3. Наибольшее значение имеет коэффициент автокорреляции 4-го порядка. Следовательно, временной ряд имеет тенденцию и сезонную компоненту с

периодом, равным четырем квартала.

15

Решение

1. В диапазоне **В3:Е6** введем исходные данные.

	A	B	C	D	E
1	Квартал	Год			
2		1	2	3	4
3	I	6	7,2	8	9
4	II	4,4	4,8	5,6	6,6
5	III	5	6	6,4	7
6	IV	9	10	11	10,8
7					

2. Для анализа временного ряда перепишем поквартальные данные в один столбец. В столбцах J, K, L подготовим сдвинутые соответственно 1, 2, 3 уровней значений временного ряда. Для этого запишем в каждую из ячеек: J6, K7, L8, M9, N10 – одну и ту же формулу: = **I5**. Можно просто перенести данные из первого временного ряда в последующие, убирая последний элемент.

Найдем коэффициенты автокорреляции с помощью следующих формул:

Ячейка	Формула	Коэффициент автокорреляции
C11	=КОРРЕЛ(I4:I18;J4:J18)	1-го порядка
C12	=КОРРЕЛ(I5:I18;K5:K18)	2-го порядка
C13	=КОРРЕЛ(I6:I18;L6:L18)	3-го порядка

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Квартал	Год					Квартал	Год	Временной ряд	Y <sub>t-1</sub>	Y <sub>t-2</sub>	Y <sub>t-3</sub>
2		1	2	3	4	I						
3	I	6	7,2	8	9	II	1	4,4	6			
4	II	4,4	4,8	5,6	6,6	III	1	5	4,4	6		
5	III	5	6	6,4	7	IV	1	9	5	4,4	6	
6	IV	9	10	11	10,8	I	2	7,2	9	5	4,4	
7						II	2	4,8	7,2	9	5	
8						III	2	6	4,8	7,2	9	
9						IV	2	10	6	4,8	7,2	
10	Коэффициенты автокорреляции					I	3	8	10	6	4,8	
11	1-го порядка		0,1652			II	3	5,6	8	10	6	
12	2-го порядка		-0,5669			III	3	6,4	5,6	8	10	
13	3-го порядка		0,1136			IV	3	11	6,4	5,6	8	
14						I	4	9	11	6,4	5,6	
15						II	4	6,6	9	11	6,4	
16						III	4	7	6,6	9	11	
17						IV	4	10,8	7	6,6	9	
18												
19												

16

Решение

1. В диапазоне **В3:Е6** введем исходные данные.

	A	B	C	D	E
1	Квартал	Год			
2		1	2	3	4
3	I	20	28	34	31
4	II	31	43	43	41
5	III	46	53	56	55
6	IV	52	64	66	70
7					

2. Для расчет скользящей средней переписем поквартальные данные в один столбец.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Квартал	Год					Квартал	Период времени, t	Временной ряд
2		1	2	3	4				
3	I	20	28	34	31		I	1	20
4	II	31	43	43	41		II	2	28
5	III	46	53	56	55		III	3	34
6	IV	52	64	66	70		IV	4	31
7							I	5	31
8							II	6	43
9							III	7	43
10							IV	8	41
11							I	9	46
12							II	10	53
13							III	11	56
14							IV	12	55
15							I	13	52
16							II	14	64
17							III	15	66
18							IV	16	70

3. Для подсчета 2-месячной скользящей средней в главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

4. Для подсчета 3-месячной скользящей средней в главном меню выберите снова **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

Скользящее среднее ? X

**Входные данные**

Входной интервал:

Метки в первой строке

Интервал:

**Параметры вывода**

Выходной интервал:

Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга

Вывод графика  Стандартные погрешности

OK Отмена Справка

5. Для подсчета 4-месячной скользящей средней в главном меню выберите снова **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

Скользящее среднее ? X

**Входные данные**

Входной интервал:

Метки в первой строке

Интервал:

**Параметры вывода**

Выходной интервал:

Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга

Вывод графика  Стандартные погрешности

OK Отмена Справка

6. Ячейки с #Н/Д можно очистить. Результат получается следующий.

Квартал	Год				Квартал	Период времени, t	Временной ряд	Скользящее среднее						
	1	2	3	4				2-х мес.	Откл.	3-х мес.	Откл.	4-х мес.	Откл.	
I	20	28	34	31	I	1	20							
II	31	43	43	41	II	2	31	25,5						
III	46	55	56	55	III	3	46	35,5	6,576	32,3				
IV	52	64	66	70	IV	4	52	49,0	5,712	43,0			37,250	
					I	5	28	40,0	8,746	42,0	12,434	39,250		
					II	6	43	35,5	10,006	41,0	9,678	42,250		
					III	7	53	48,0	6,374	41,3	10,585	44,000	10,316	
					IV	8	64	58,5	5,256	53,3	9,190	47,000	11,148	
					I	9	34	49,0	11,297	50,3	13,121	48,500	12,050	
					II	10	43	38,5	11,074	47,0	11,497	48,500	12,354	
					III	11	56	49,5	5,590	44,3	11,816	49,250	11,990	
					IV	12	66	61,0	5,799	55,0	9,541	49,750	11,727	
					I	13	31	48,5	12,870	51,0	14,800	49,000	12,883	
					II	14	41	36,0	12,870	46,0	13,491	48,500	13,133	
					III	15	55	48,0	6,083	42,3	13,970	48,250	13,133	
					IV	16	70	62,5	7,284	55,3	11,555	49,250	14,632	

7. Сравним стандартные погрешности, убеждаемся в том, что модель 2-х месячной скользящей средней больше подходит для сглаживания и прогнозирования. Она имеет меньшие стандартные погрешности.

17

Решение

1. В диапазоне **A1:D10** подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. Проверить факторы на мультиколлинеарность. Поскольку их всего два, то следует проверить их на коллинеарность по значению парного коэффициента корреляции. Поэтому необходимо:

1) Найти коэффициент корреляции между факторами  $r_{12}$ .

2) Проверить статистическую значимость полученного коэффициента корреляции при  $\alpha=0,05$ .

3) сделать вывод о значимости коэффициента корреляции  $r_{12}$  и, значит о наличии коллинеарности: если набл  $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$ , то коэффициент корреляции статистически значим и факторы коллинеарны; в противном случае – факторы неколлинеарны.

Для решения в MS Excel вводим следующие формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D13	=КОРРЕЛ(C2:C10;D2:D10)	Коэффициент корреляции между факторами
D14	=D13*((A10-2)/(1-D13*D13))^0,5	Наблюдаемое значение t-статистики коэффициента корреляции
D15	=СТЮДРАСПОБР(0,05;A10-2)	Критическое значение t-статистики коэффициента корреляции

	A	B	C	D
1	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98
11				
12	<b>Проверка на мультиколлинеарность</b>			
13	Коэфф. корреляции $r_{12}$			0,9494897
14	t-критерий (расчетный)			8,0055089
15	t-критерий (табличный)			2,3646243
16	<b>Вывод о значимости <math>r_{12}</math></b>			<b>Значим</b>
17	<b>Вывод - факторы мультиколлинеарны</b>			

3. Отобранные факторы в модель являются коллинеарными, следовательно, для данной модели эффект мультиколлинеарности присутствует.

18

Решение

1. В диапазоне A1:E10 подготовить исходные.

	A	B	C	D	E
1	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
2	1	9,7	1,59	0,25	0,32
3	2	9,95	0,46	0,26	0,77
4	3	8,4	0,28	0,29	0,59
5	4	8,78	1,13	0,27	0,55
6	5	10,5	0,64	0,24	0,76
7	6	11,2	0,59	0,31	0,99
8	7	12	0,73	0,27	0,64
9	8	10,1	1,34	0,27	0,38
10	9	9,67	1,06	0,28	0,48

2. Проверить факторы на мультиколлинеарность. Поскольку их три, то следует проверить их на коллинеарность по значениям парных коэффициентов корреляции. Поэтому необходимо:

1) Найти коэффициент корреляции между факторами  $r_{12}$   $r_{23}$   $r_{13}$ . То есть три парных коэффициента корреляции для пар факторов.

2) Проверить статистическую значимость полученных коэффициентов корреляции при  $\alpha=0,05$ .

3) сделать вывод о значимости коэффициентов и, значит о наличие коллинеарности: если  $\text{набл } |t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$ , то коэффициент корреляции статистически значим и факторы коллинеарны; в противном случае –



факторы неколлинеарны.

Для решения в MS Excel вводим следующие формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
H3	=КОРРЕЛ(C2:C10;D2:D10)	Коэффициент корреляции $r_{12}$ между факторами $x_1$ и $x_2$
H4	=КОРРЕЛ(D2:D10;E2:E10)	Коэффициент корреляции $r_{23}$ между факторами $x_2$ и $x_3$
H5		Коэффициент корреляции $r_{13}$ между факторами $x_1$ и $x_3$
F3	=H3*((\$A\$10-2)/(1-H3*H3))^0,5	Наблюдаемое значение t-статистики коэффициента корреляции для $r_{12}$ . Копируемы в диапазон <b>F4:F5</b>
H5	=СТЮДРАСПОБР(0,05;\$A\$10-2)	Критическое значение t-статистики коэффициента корреляции. Копируем в диапазон <b>I4:I5</b>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	№ п/п	y	$x_2$	$x_2$	$x_3$		Расчет и проверка коэффициентов				
2	1	9,7	1,59	0,25	0,32		Коэффициент	Значение	t-критерий расч	t-критерий табл	Вывод
3	2	9,95	0,46	0,26	0,77		$r_{12}$	-0,3374	-0,9482	2,3646	Значим
4	3	8,4	0,28	0,29	0,59		$r_{13}$	0,3774	1,0781	2,3646	Незначим
5	4	8,78	1,13	0,27	0,55		$r_{23}$	-0,7635	-3,1282	2,3646	Значим
6	5	10,5	0,64	0,24	0,76						
7	6	11,2	0,59	0,31	0,99						
8	7	12	0,73	0,27	0,64						
9	8	10,1	1,34	0,27	0,38						
10	9	9,67	1,06	0,28	0,48						
11											
12											
13											
14											
15											

### 3. Выводы:

- 1) в данной модели существует коллинеарность между факторами  $x_1$  и  $x_2$ , а также между факторами  $x_1$  и  $x_3$ .
- 2) между факторами  $x_2$  и  $x_3$  коллинеарность отсутствует.
- 3) для дальнейшего анализа целесообразно отобрать в модель факторы  $x_2$  и  $x_3$ . Однако, необходимо дополнительно оценить их связь с объясняемой переменной  $y$ .

19

### Решение

Ограничимся для простоты применением счетного правила. Приведем кратко информацию об этом правиле.

Обозначим  $H$  – число эндогенных переменных в  $i$ -ом уравнении системы,  $D$  – число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение. Тогда условие идентифицируемости уравнения может быть записано в виде следующего счетного правила:

$D+1 = H$  – уравнение идентифицируемо;

$D+1 < H$  – уравнение неидентифицируемо;

$D+1 > H$  – уравнение сверхидентифицируемо.

Первое и третье уравнения структурной модели имеют  $H = 2$ ,  $D = 1$ . В первом уравнении две эндогенные переменные –  $y_1$ ,  $y_2$ , в третьем тоже две –  $y_2$ ,  $y_3$ ; в

	<p>обоих уравнениях не хватает по одной экзогенной переменной: в первом отсутствует <math>x_3</math>, в третьем – <math>x_2</math>. В этих уравнениях выполняется равенство <math>D + 1 = N</math>, и они идентифицируемы. Во втором уравнении присутствуют все три эндогенные переменные (<math>N=3</math>), а отсутствуют две экзогенные – <math>x_1</math> и <math>x_3</math> (<math>D=2</math>). Здесь также выполняется равенство <math>D + 1 = N</math>, и второе уравнение также идентифицируемо. Поскольку все три уравнения структурной модели идентифицируемы, система также идентифицируема.</p>
20	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Необходимое условие идентификации:  <math>D</math> – число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение; <math>N</math> – число эндогенных переменных, которые используются в данном уравнении.      Если <math>D + 1 = N</math> – уравнение идентифицируемое, если <math>D + 1 &lt; N</math> – уравнение неидентифицируемое, <math>D + 1 &gt; N</math> – уравнение сверхидентифицируемое.      Смотрим на левые части: <math>M_t</math>, <math>N_t</math>, <math>S_t</math> – эндогенные переменные (т.е. <math>y</math>), а <math>Y_t</math> – экзогенная переменная (т.е. <math>x</math>).      1 уравнение: <math>D = 1</math>; <math>N = 3</math>  <math>1 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.      2 уравнение: <math>D = 0</math>; <math>N = 3</math>  <math>0 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.      3 уравнение: <math>D = 1</math>; <math>N = 3</math>  <math>1 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.      Вывод: вся система уравнений является неидентифицируемой.</p>

## Тема 1. Линейная парная регрессия и корреляция

### Задание № 1

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	15	17	21	20	28	33	34	32	39

Определить с помощью статистических функций MS Excel коэффициент корреляции и параметры уравнения линейной регрессии.

### Задание № 2

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить с помощью функции **ЛИНЕЙН** параметры уравнения линейной регрессии.

## Тема 2. Отбор факторов при построении множественной регрессии

### Задание № 3

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить значимость коэффициентов регрессии  $b$  (коэффициента при значении  $x$ ) с помощью критерия Стьюдента.

### Задание № 4

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить значимость коэффициентов регрессии  $a$  (свободный член уравнения) с помощью критерия Стьюдента.

#### Задание № 5

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

При помощи инструмента анализа данных Регрессия в MS Excel рассчитайте параметры (коэффициенты при переменных) уравнения множественной регрессии и запишите полученное уравнение.

### Тема 3. Регрессионные модели с переменной структурой

#### Задание № 6

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Оцените общее качество уравнения регрессии с помощью F-теста (F-критерий Фишера).

#### Задание № 7

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

При помощи инструмента анализа данных **КОРРЕЛЯЦИЯ** в MS Excel рассчитайте коэффициенты корреляции и сделайте выводы.

## Тема 4. Классы нелинейных регрессий

### Задание № 8

Используя данные в таблице, построить степенную модель регрессии.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Для нахождения коэффициентов использовать функцию **ЛИНЕЙН**.

### Задание № 9

Используя данные в таблице, построить обратную модель регрессии.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Для нахождения коэффициентов использовать функцию **ЛИНЕЙН**.

## Тема 5. Корреляция для нелинейной регрессии

### Задание № 10

По данным, представленным в таблице, оцените с помощью шкалы Чеддока тесноту связи между событиями и вид зависимости в условных примерах, зная коэффициент корреляции Спирмена.

Событие	Коэффициент корреляции
Тринадцать цветных полос расположены в порядке убывания окраски от темной к светлой и каждой полосе присвоен ранг – порядковый номер А. При проверке способности различать оттенки цветов испытуемый расположил полосы в определенном порядке В.	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена между «правильными» рангами оттенков А и рангами В, которые им присвоил испытуемый составил 0,753.
Два преподавателя оценили знания 12 учащихся по стобалльной системе и выставили им следующие оценки	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей равен 0,916
С помощью коэффициента ранговой корреляции установить зависимость между стажем практической работы и временем решения контрольной задачи у 10 программистов.	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил –0,855
При дегустации 10 сортов продукции двумя специалистами были получены некоторые оценки.	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена после расчетов оказался равен 0,167

## Задание № 11

На основании 18 наблюдений установлено, что на 64% вес ( $x$ ) кондитерских изделий зависит от их объема ( $y$ ). Можно ли на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  утверждать, что между  $x$  и  $y$  существует зависимость?

## Задание № 12

По совокупности 30-ти предприятий торговли изучается следующая зависимость между признаками:  $x$  – цена за товар А, тыс. руб.;  $y$  – прибыль торгового предприятия, млн. руб. При оценке регрессионной модели были получены следующие промежуточные результаты:  $\sigma_{\text{ост}}^2 = 39000$ ,  $\sigma_y^2 = 120000$ . Оцените, какой показатель можно рассчитать, имея данные промежуточные результаты и проведите его расчет.

## Тема 6. Характеристики временных рядов

## Задание № 13

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	20	28	34	31
II	31	43	43	41
III	46	53	56	55
IV	52	64	66	70

Построить график временного ряда и определить вид модели и период сезонных колебаний

## Задание № 14

В таблице представлены значения коэффициентов автокорреляции временного ряда.

Таблица 1

Порядок	1	2	3	4	5
Коэффициент автокорреляции	0,1652	-0,5669	0,1136	0,983	0,1187

На основе представленных данных построить коррелограмму, сделать выводы.

## Тема 7. Изучение взаимосвязей по временным рядам

### Задание № 15

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	6	7,2	8	9
II	4,4	4,8	5,6	6,6
III	5	6	6,4	7
IV	9	10	11	10,8

Найти коэффициенты автокорреляции до третьего порядка.

### Задача № 16

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	20	28	34	31
II	31	43	43	41
III	46	53	56	55
IV	52	64	66	70

Рассчитать скользящие средние временного ряда и оценить, как модель больше подходит для сглаживания и прогнозирования

## Тема 8. Структурная и приведенная формы модели

### Задание № 17

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность.

## Задание № 18

В таблице приведены данные об урожайности зерновых  $y$  (ц/га.) в зависимости от численности тракторов приведённой мощности на 100 га  $x_1$ , численности зерноуборочных комбайнов на 100 га  $x_2$  и количества удобрений, расходуемых на 1 га  $x_3$  (т/га).

$y$	9,70	9,95	8,40	8,78	10,5	11,2	12,0	10,1	9,67
$x_1$	1,59	0,46	0,28	1,13	0,64	0,59	0,73	1,34	1,06
$x_2$	0,25	0,26	0,29	0,27	0,24	0,31	0,27	0,27	0,28
$x_3$	0,32	0,77	0,59	0,55	0,76	0,99	0,64	0,38	0,48

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность и сделать выводы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность.

## Тема 9. Проблема идентификации.

## Задание № 19

Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определить идентифицируемость структурной модели

## Задание № 20

Исследовать систему эконометрических уравнений на идентификацию, используя необходимое условие идентификации:

$$\begin{aligned} M_t &= b_{12}N_t + b_{13}S_t \\ N_t &= a_2 + b_{21}M_t + b_{23}S_t + b_{26}Y_t \\ S_t &= a_3 + b_{31}M_t + b_{32}N_t \end{aligned}$$



## 2 ЭТАП – Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 3.3. «Вопросы для проведения зачета с оценкой»:

1. Определение эконометрики.
2. Типы данных.
3. Классы моделей.
4. Основные этапы эконометрического моделирования.
5. Типы зависимостей.
6. Парная корреляция.
7. Метод наименьших квадратов
8. Выбор вида зависимости
9. Анализ аддитивной модели.
10. Анализ мультипликативной модели.
11. Временные ряды.
12. Моделирование сезонной компоненты.
13. Временные ряды.
14. Моделирование тренда
15. Временные ряды.
16. Моделирование случайной компоненты.
17. Методы линеаризации.
18. Коэффициенты эластичности.
19. Проверка модели на адекватность(критерий Фишера).
20. Коэффициент ковариации.
21. Коэффициент корреляции.
22. Коэффициент детерминации.
23. Множественное регрессионное уравнение.
24. Структурная и приведенная формы эконометрических уравнений.
25. МНК для линейной двухфакторной модели.
26. Модель Кобба-Дугласа.
27. Идентифицируемость.
28. Неидентифицируемость.
29. Сверхидентифицируемость.
30. Выравнивание временного ряда.
31. Системы эконометрических уравнений.
32. Мультипликативная модель.
33. Аддитивная модель.
34. Понятие вариации признака. Абсолютные и относительные показатели вариации.
35. Виды дисперсий и правило их сложения.
36. Основные понятия выборочного наблюдения, способы формирования выборочной совокупности.
37. Методы вычисления ошибок выборки.
38. Определение необходимой численности выборки.
39. Понятие о рядах динамики и их виды.

40. Абсолютные и относительные показатели анализа рядов динамики.
41. Средние показатели ряда динамики.
42. Способы приведения рядов динамики к сопоставимому виду.
43. Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики.
44. Прогнозирование и интерполяция в рядах динамики.
45. Понятие сезонных колебаний и их изучение.
46. Индексный метод факторного анализа социально-экономических явлений.
47. Содержание корреляционно-регрессионного анализа и условия его применения.
48. Формы уравнения регрессии. Интерпретация параметров уравнения парной линейной регрессии.
49. Показатели измерения тесноты связи между явлениями.
50. Непараметрические методы оценки корреляционной связи.

### Задания закрытого типа (Тестовые задания)

#### Общие критерии оценивания

№ п/п	Процент правильных ответов	Оценка
1	86 % – 100 %	5 («отлично»)
2	70 % – 85 %	4 («хорошо»)
3	51 % – 69 %	3 (удовлетворительно)
4	50 % и менее	2 (неудовлетворительно)

#### Номер вопроса и проверка сформированной компетенции

№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора	№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора
1	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	11	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
2	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	12	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
3	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	13	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
4	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1,	14	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1,

		ИОПК-2.2, ИОПК-2.3			ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
5	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	15	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
6	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	16	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
7	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	17	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
8	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	18	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
9	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	19	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
10	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	20	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3

### Ключ ответов

№ вопроса	Верный ответ	№ вопроса	Верный ответ
1	1	11	4-2-3-1
2	2	12	2
3	3	13	4
4	3	14	1
5	3	15	3
6	1	16	4
7	1	17	2
8	2,3	18	1
9	4	19	3
10	1-4, 2-2, 3-3, 4-1	20	1-2, 2-3, 3-1, 4-4

## Задание № 1

В модели парной линейной регрессии величина  $U$  является ...

1. неслучайной;
2. постоянной;
3. случайной;
4. положительной.

## Задание № 2

Метод наименьших квадратов используется для оценивания ...

1. величины коэффициента детерминации;
2. параметров линейной регрессии;
3. величины коэффициента корреляции;
4. средней ошибки аппроксимации.

## Задание № 3

Статистической зависимостью называется ...

1. очная формула, связывающая переменные;
2. связь переменных без учета воздействия случайных факторов;
3. связь переменных, на которую накладывается воздействие случайных факторов;
4. любая связь переменных.

## Задание № 4

Пространственные данные – это данные, полученные от ... моменту (ам. времени

1. одного объекта, относящиеся к разным;
2. разных однотипных объектов, относящихся к разным;
3. разных однотипных объектов, относящихся к одному и тому же;
4. одного объекта, относящиеся к одному.

## Задание № 5

Если наблюдаемое значение критерия больше критического значения, то гипотеза ...

1.  $H_1$  отвергается;
2.  $H_1$  принимается;
3.  $H_0$  отвергается;
4.  $H_0$  принимается.

## Задание № 6

Коэффициентом детерминации  $R^2$  характеризуют долю вариации переменной ... с помощью уравнения регрессии

1. зависимой, объясненную;
2. зависимой, необъясненную;
3. независимой, объясненную;
4. независимой, необъясненную.

## Задание № 7

Первая главная компонента:

1. содержит максимальную долю изменчивости всей матрицы факторов;
2. отражает степень влияния первого фактора на результат;
3. отражает степень влияния результата на первый фактор;
4. отражает долю изменчивости результата, обусловленную первым фактором;
5. отражает тесноту связи между результатом и первым фактором.

## Задание № 8

Если расчетное значение F-критерия Фишера превышает табличное, то можно сделать вывод о:

1. статистической незначимости построенной модели;
2. значимости(существенности) моделируемой зависимости;
3. статистической значимости построенной модели;
4. невозможности использования построенной модели для описания исследуемой зависимости.

## Задание № 9

Косвенный метод наименьших квадратов применим для ...

1. неидентифицируемой системы уравнений;
2. неидентифицируемой системы рекурсивных уравнений;
3. любой системы одновременных уравнений;
4. идентифицируемой системы одновременных уравнений.

## Задание № 10

Установите соответствие

Дистракотры:

1.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i$ ;
2.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2$ ;
3.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 + a_3 \cdot x_i^3 + a_4 \cdot x_i^4$ ;
4.  $y = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 + a_3 \cdot x_i^3$ .

Дистракторы соответствия:

1. полином третьей степени;
2. полином второй степени;
3. полином четвертой степени;
4. полином первой степени.

#### Задание № 11

Установите последовательность. Для того, что «вручную» рассчитать коэффициент корреляции r-Спирмена необходимо выполнить следующие шаги:

1. найти сумму квадратов разностей;
2. для каждого значения вычесть из значения ранга X значение ранга Y;
3. возвести каждое значение полученной предыдущем шаге в квадрат;
4. ранжировать значения сначала одной, а затем другой переменной.

#### Задание № 12

Выборочная корреляция является \_\_\_\_\_ оценкой теоретической корреляции:

1. точной;
2. состоятельной;
3. эффективной;
4. несмещенной;
5. случайной.

#### Задание № 13

В правой части приведенной формы системы одновременных уравнений, построенной по перекрестным данным (cross-section data. без учета временных факторов, могут стоять \_\_\_\_\_ переменные.

1. лаговые;
2. зависимые;
3. эндогенные;
4. экзогенные.

#### Задание № 14

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

1. линейным трендом;
2. параболическим трендом;
3. гиперболическим трендом;
4. экспоненциальным трендом.

## Задание № 15

Если рассматриваемые временные ряды имеют тенденцию, коэффициент корреляции по абсолютной величине будет:

1. низким;
2. средним;
3. высоким;
4. равен нулю.

## Задание № 16

Причинно-следственная зависимость в уровнях двух (или более) временных рядов, которая выражается в совпадении или противоположной направленности их тенденций и случайной колеблемости называется:

1. конвергенция;
2. дисперсия;
3. ковариация;
4. коинтеграцией;
5. интеграция.

## Задание № 17

Экзогенные переменные при структурировании модели – это:

1. зависимые переменные;
2. независимые переменные;
3. датированные предыдущими моментами времени;
4. датированные будущими моментами времени.

## Задание № 18

Эндогенные переменные при структурировании модели – это:

1. зависимые переменные;
2. независимые переменные;
3. датированные предыдущими моментами времени;
4. датированные будущими моментами времени.

## Задание № 19

Идентификация – единственность соответствия между ... формами модели:

1. настоящей и фиктивной;
2. первой и второй;
3. структурной и приведенной;
4. прямой и обратной.

## Задание № 20

Установите соответствие:

Дистракторы:

1. модель точно идентифицируема;
2. модель неидентифицируема;
3. модель сверх идентифицируема;
4. модель множественной линейной регрессии.

Дистракторы соответствия:

1. если число приведенных коэффициентов больше числа структурных коэффициентов;
2. если число приведенных коэффициентов равно числу структурных коэффициентов;
3. если число приведенных коэффициентов меньше числа структурных коэффициентов;
4. практическая статистическая модель для оценки связей между непрерывной зависимой переменной и переменными-предикторами

**Задания открытого типа** ( типовые задания, ситуационные задачи)

## Общие критерии оценивания

№ п/п	Процент правильных ответов	Оценка
1	86 % – 100 %	5 («отлично»)
2	70 % – 85 %	4 («хорошо»)
3	51 % – 69 %	3 (удовлетворительно)
4	50 % и менее	2 (неудовлетворительно)

## Номер вопроса и проверка сформированной компетенции

№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора	№ вопроса	Код компетенции	Код индикатора
1	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	11	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
2	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	12	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
3	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	13	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
4	УК-1	ИУК-1.1,	14	УК-1	ИУК-1.1,



	ОПК-2	ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3		ОПК-2	ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
5	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	15	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
6	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	16	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
7	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	17	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
8	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	18	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
9	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	19	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3
10	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3	20	УК-1 ОПК-2	ИУК-1.1, ИУК-1.2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3

### Ключ ответов к заданиям открытого типа

№ вопроса	Верный ответ
1	<p>Решение</p> <p>1. Подготовим данные для анализа. Перенесем данные задачи и выделим ячейки, в которых будут рассчитывать значения.</p>

	A	B	C	D	E	F	G
№ п/п	$x$	$y$			Коэффициент корреляции	Параметр $a$	Параметр $b$
1							
2	1	11	15				
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				
11							

2. Используем следующие функции:

**КОРРЕЛ (массив1; массив2)** вычисляет коэффициент корреляции между двумя переменными; значения первой из них приведены в диапазоне массив1, значения второй – в диапазоне массив2;

**НАКЛОН (известные\_значения\_y; известные\_значения\_x)** служит для определения коэффициента  $b$ ;

**ОТРЕЗОК (известные\_значения\_y; известные\_значения\_x)** служит для определения коэффициента  $a$ .

Вводим формулы

Коэффициент корреляции	E2	=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)
Коэффициент $a$	F2	=ОТРЕЗОК(C2:C10;E2:E10)
Коэффициент $b$	G2	=НАКЛОН(C2:C10;E2:E10)

После каждого ввода формулы жмем **ENTER**

Ввод функции **КОРРЕЛ**

	A	B	C	D	E	F	G
№ п/п	$x$	$y$			Коэффициент корреляции	Коэффициент $a$	Коэффициент $b$
1							
2	1	11	15		=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)		
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

Ввод функции **ОТРЕЗОК** для определения параметра  $a$

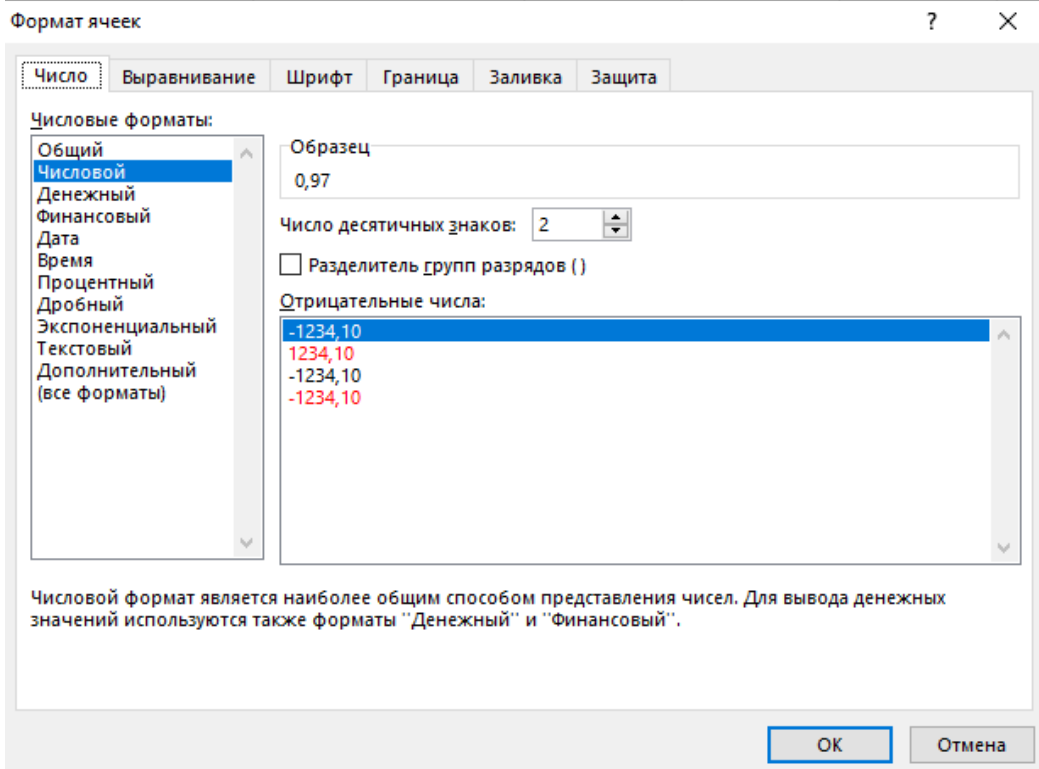
	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Коэффициент $a$	Коэффициент $b$
2	1	11	15		0,966178604	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

Ввод функции **НАКЛОН** для определения параметра  $b$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Коэффициент $a$	Коэффициент $b$	
2	1	11	15		0,966178604	-2,101687389	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	
3	2	13	17					
4	3	15	21					
5	4	18	20					
6	5	20	28					
7	6	22	33					
8	7	24	34					
9	8	25	32					
10	9	27	39					

3. Выделяем ячейки с полученными результатами, ставим выровняем «По центру», шрифт TNR, кегль 12.

4. В свойствах ячеек выставляем формат «Числовой» и ставим два знака после запятой.



5. Итоговый результат расчета

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y		Коэффициент корреляции	Коэффициент $a$	Коэффициент $b$
2	1	11	15		0,97	-2,10	1,47
3	2	13	17				
4	3	15	21				
5	4	18	20				
6	5	20	28				
7	6	22	33				
8	7	24	34				
9	8	25	32				
10	9	27	39				

2

## Решение

1. Подготовим данные для анализа. Перенесем данные задачи и выделим ячейки, в которых будут рассчитываться значения.

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y				
2	1	11	25				
3	2	13	27				
4	3	15	31				
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				

2. Встроенная статистическая функция **ЛИНЕЙН** определяет параметры линейной регрессии.

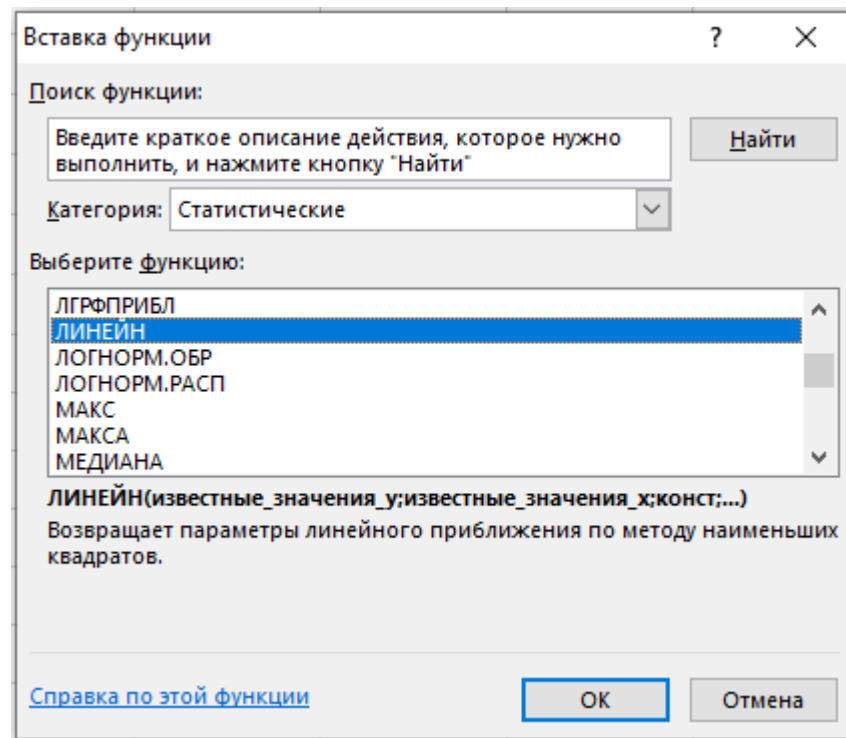
Порядок вычислений следующий:

1) выделите область пустых ячеек 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (F2:G6);

2) в главном меню выберите **Вставка/Функция**;

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y			Расчет параметров	
2	1	11	25				
3	2	13	27				
4	3	15	31				
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				

3) в строке **Категория** выберите **Статистические**, в окне **Функция – ЛИНЕЙН**. Щелкните **ОК**



4) Заполните аргументы функции:

*Известные\_значения\_y* – диапазон, содержащий данные резульативного признака;

*Известные\_значения\_x* – диапазон, содержащий данные факторов независимого признака;

*Константа* – логическое значение, которое указывает на наличие или на отсутствие свободного члена в уравнении; если *Константа* = 1, то свободный член рассчитывается обычным образом, если *Константа* = 0, то свободный член равен 0.

*Статистика* – логическое значение, которое указывает вывести дополнительную информацию по регрессионному анализу или нет. Если *Статистика* = 1, то дополнительная информация выводится, если *Статистика* = 0, то выводится только оценки параметров уравнения. Далее **ОК**.

Аргументы функции

ЛИНЕЙН

Известные\_значения\_y C2:C10 = {25;27;31;40;38;43;44;40;45}

Известные\_значения\_x B2:B10 = {11;13;15;18;20;22;24;25;27}

Конст 1 = ИСТИНА

Статистика 1 = ИСТИНА

= {1,25088809946714;12,677175843694}

Возвращает параметры линейного приближения по методу наименьших квадратов.

**Статистика** логическое значение, которое указывает, требуется ли вернуть дополнительную статистику по регрессии (ИСТИНА) или только коэффициенты  $m$  и константу  $b$  (ЛОЖЬ или отсутствие значения).

Значение: 1,250888099

[Справка по этой функции](#) **ОК** **Отмена**

5) В левой верхней ячейке выделенной области появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (**F2:G6**), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$			Расчет параметров	
2	1	11	25			=ЛИНЕЙН(C2:	
3	2	13	27			C10;B2:B10;1;	
4	3	15	31			1)	
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				

Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение

	Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение $y$																																												
	$F$ -статистика	Число степеней свободы																																												
	Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов																																												
3. Итоговый результат расчета параметров с помощью функции <b>ЛИНЕЙН</b>																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Расчет параметров</td> </tr> <tr> <td>Значение коэффициента <math>b</math></td> <td>1,25</td> <td>12,68</td> <td>Значение коэффициента <math>a</math></td> </tr> <tr> <td>Среднеквадратическое отклонение <math>b</math></td> <td>0,18</td> <td>3,62</td> <td>Среднеквадратическое отклонение <math>a</math></td> </tr> <tr> <td>Коэффициент детерминации <math>R^2</math></td> <td>0,87</td> <td>2,84</td> <td>Среднеквадратическое отклонение <math>y</math></td> </tr> <tr> <td><math>F</math>- статистика</td> <td>48,53</td> <td>7,00</td> <td>Число степеней свободы</td> </tr> <tr> <td>Регрессионная сумма квадратов</td> <td>391,53</td> <td>56,47</td> <td>Остаточная сумма квадратов</td> </tr> </tbody> </table>		E	F	G	H	Расчет параметров				Значение коэффициента $b$	1,25	12,68	Значение коэффициента $a$	Среднеквадратическое отклонение $b$	0,18	3,62	Среднеквадратическое отклонение $a$	Коэффициент детерминации $R^2$	0,87	2,84	Среднеквадратическое отклонение $y$	$F$ - статистика	48,53	7,00	Число степеней свободы	Регрессионная сумма квадратов	391,53	56,47	Остаточная сумма квадратов																
E	F	G	H																																											
Расчет параметров																																														
Значение коэффициента $b$	1,25	12,68	Значение коэффициента $a$																																											
Среднеквадратическое отклонение $b$	0,18	3,62	Среднеквадратическое отклонение $a$																																											
Коэффициент детерминации $R^2$	0,87	2,84	Среднеквадратическое отклонение $y$																																											
$F$ - статистика	48,53	7,00	Число степеней свободы																																											
Регрессионная сумма квадратов	391,53	56,47	Остаточная сумма квадратов																																											
3	Решение																																													
	1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>№ п/п</td> <td><math>x</math></td> <td><math>y</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>13</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>15</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>18</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>22</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>7</td> <td>24</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>8</td> <td>25</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>9</td> <td>27</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>			A	B	C	1	№ п/п	$x$	$y$	2	1	11	25	3	2	13	27	4	3	15	31	5	4	18	40	6	5	20	38	7	6	22	43	8	7	24	44	9	8	25	40	10	9	27	45
	A	B	C																																											
1	№ п/п	$x$	$y$																																											
2	1	11	25																																											
3	2	13	27																																											
4	3	15	31																																											
5	4	18	40																																											
6	5	20	38																																											
7	6	22	43																																											
8	7	24	44																																											
9	8	25	40																																											
10	9	27	45																																											
	2. Введем вспомогательные данные:																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ячейка</th> <th>Формула</th> <th>Примечание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C16</td> <td>9</td> <td>Число предприятий</td> </tr> <tr> <td>C17</td> <td>0,05</td> <td>Уровень значимости</td> </tr> <tr> <td>C18</td> <td>=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)</td> <td>Расчёт коэффициента <math>a</math></td> </tr> <tr> <td>C19</td> <td>=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)</td> <td>Расчёт коэффициента <math>b</math></td> </tr> <tr> <td>C20</td> <td>=СРЗНАЧ(B2:B10)</td> <td>Среднее значение фактора <math>x</math></td> </tr> <tr> <td>C21</td> <td>=СРЗНАЧ(C2:C10)</td> <td>Среднее значение результата <math>y</math></td> </tr> </tbody> </table>		Ячейка	Формула	Примечание	C16	9	Число предприятий	C17	0,05	Уровень значимости	C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $a$	C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $b$	C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора $x$	C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата $y$																							
Ячейка	Формула	Примечание																																												
C16	9	Число предприятий																																												
C17	0,05	Уровень значимости																																												
C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $a$																																												
C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $b$																																												
C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора $x$																																												
C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата $y$																																												

	A	B	C	D
1	№ п/п	x	y	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента a		12,68	
19	Расчёт коэффициента b		1,25	
20	Среднее значение фактора x		19,44	
21	Среднее значение результата y		37,00	

### 3. Проверка значимости коэффициента $b$

1) Для расчетов сумм квадратов отклонений введем формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=C\$18+C\$19*B2	Копируем в диапазон D2:D10
E2	=(C2-D2)^2	Копируем в диапазон E2:E10
F2	=(B2-C\$20)^2	Копируем в диапазон F2:F10
E11	=СУММ(E2:E10)	$\sum e_i^2$
F11	=СУММ(F2:F10)	$\sum (x - x_{cp})^2$

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	x	y	y(x)	e^2	(x-x <sub>cp</sub> )^2
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09
11				Сумма	56,47	250,22

2) для проверки значимости коэффициента  $b$  введем следующие формулы в ячейки:



Ячейка	Формула	Примечание
G16	=(E11/((C16-2)*F11))^0,5	Стандартная ошибка параметра $b$
G17	=C19/D24	t-статистика параметра $b$
G18	=СТЮДРАСПОБР(\$C\$17;\$C\$16-2)	t-статистика табличное
G19	=G18*G16	Предельная ошибка
G20	=C19-G19	Нижняя граница доверительного интервала
G21	=C19+G19	Верхняя граница доверительного интервала

4. Вывод о значимости параметра  $b$ . Если t-статистика параметра  $b >$  t-статистика табличное, т.е. значение в ячейке **G17**  $>$  **G18**, то параметр «**Значим**», если нет, то «**Не значим**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$y(x)$	$e^2$	$(x-x_{ср})^2$	
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	
11				Сумма	56,47	250,22	
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости $b$		
16	Число предприятий		9,00		Ст. ош. пар. $b$		0,1796
17	Уровень значимости		0,05		t-критерий (расч.)		6,9665
18	Расчёт коэффициента $a$		12,68		t-критерий (табл.)		2,3646
19	Расчёт коэффициента $b$		1,25		Предельная ошибка		0,4246
20	Среднее значение фактора $x$		19,44		Нижняя граница		0,8263
21	Среднее значение результата $y$		37,00		Верхняя граница		1,6755
22					<b>Вывод</b>		<b>Значим</b>

4 Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	$x$	$y$
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Введем вспомогательные данные:

Ячейка	Формула	Примечание
C16	9	Число предприятий
C17	0,05	Уровень значимости
C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $a$
C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента $b$
C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора $x$
C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата $y$

	A	B	C	D
1	№ п/п	$x$	$y$	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента $a$		12,68	
19	Расчёт коэффициента $b$		1,25	
20	Среднее значение фактора $x$		19,44	
21	Среднее значение результата $y$		37,00	

3. Проверка значимости коэффициента  $a$

1) Для расчетов сумм квадратов отклонений введем формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=\$C\$18+\$C\$19*B2	Копируем в диапазон D2:D10
E2	=(C2-D2)^2	Копируем в диапазон E2:E10

F2	= $(B2-SC\$20)^2$	Копируем в диапазон F2:F10
E11	=СУММ(E2:E10)	$\sum e_i^2$
F11	=СУММ(F2:F10)	$\sum (x - x_{cp})^2$
D2	= $B2^2$	$x^2$
D11	=СУММ(D2:D10)	$\sum x^2$

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$y(x)$	$e^2$	$(x-x_{cp})^2$	$x^2$
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	121,00
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	169,00
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	225,00
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	324,00
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	400,00
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	484,00
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	576,00
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	625,00
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	729,00
11				Сумма	56,47	250,22	3653,00

2) для проверки значимости коэффициента  $b$  введем следующие формулы в ячейки:

Ячейка	Формула	Примечание
G16	= $(E11/((C16-2)*F11))^{0,5}$	Стандартная ошибка параметра $b$
G17	= $G16*КОРЕНЬ(G11/C16)$	Стандартная ошибка параметра $b$
G18	= $C18/G17$	t-статистика параметра $a$
G19	=СТЮДРАСПОБР( $SC\$17;SC\$16-2$ )	t-статистика табличное
G20	= $G19*G17$	Предельная ошибка
G21	= $C18-G20$	Нижняя граница доверительного интервала
G22	= $C18+G20$	Верхняя граница доверительного интервала

4. Вывод о значимости параметра  $a$ . Если t-статистика параметра  $a >$  t-статистика табличное, т.е. значение в ячейке **G18**  $>$  **G19**, то параметр «**Значим**», если нет, то «**Не значим**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y	y(x)	e^2	(x-xcp)^2	x^2
2	1	11	25	26,44	2,06	71,31	121,00
3	2	13	27	28,94	3,76	41,53	169,00
4	3	15	31	31,44	0,19	19,75	225,00
5	4	18	40	35,19	23,11	2,09	324,00
6	5	20	38	37,69	0,09	0,31	400,00
7	6	22	43	40,20	7,86	6,53	484,00
8	7	24	44	42,70	1,69	20,75	576,00
9	8	25	40	43,95	15,60	30,86	625,00
10	9	27	45	46,45	2,11	57,09	729,00
11				Сумма	56,47	250,22	3653,00
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости a		
16	Число предприятий		9,00		Ст. ош. пар. b		0,1796
17	Уровень значимости		0,05		Ст. ош. пар. a		3,6175
18	Расчёт коэффициента a		12,68		t-критерий (расч.)		3,5044
19	Расчёт коэффициента b		1,25		t-критерий (табл.)		2,3646
20	Среднее значение фактора x		19,44		Предельная ошибка		8,5540
21	Среднее значение результата y		37,00		Нижняя граница		4,1232
22					Верхняя граница		21,2312
23					<b>Вывод</b>		<b>Значим</b>

5

Решение

1. В диапазоне A1:D10 подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. В главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Регрессия – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

*Выходной интервал Y* – диапазон, содержащий данные результативного признака;

*Входной интервал X* – диапазон, содержащий данные факторов независимого признака;

*Метки* – флажок, который указывает, содержит ли первая строка название столбцов или нет;

*Константа – ноль* – флажок, указывающий на наличие или отсутствие свободного члена в уравнении;

*Выходной интервал* – достаточно указать левую верхнюю ячейку будущего диапазона;

*Новый рабочий лист* – можно задать произвольное имя нового листа.

На новом рабочем листе появляются данные регрессионного анализа. Коэффициент при переменных выделены цветом (см. рис.)

1	Вывод ИТОГОВ					
2						
3	<i>Регрессионная статистика</i>					
4	Множественный R	0,955061565				
5	R-квадрат	0,912142593				
6	Нормированный R-квадрат	0,88285679				
7	Стандартная ошибка	2,561253551				
8	Наблюдения	9				
9						
10	Дисперсионный анализ					
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
12	Регрессия	2	408,6398815	204,3199407	31,14623866	0,000678165
13	Остаток	6	39,3601185	6,560019751		
14	Итого	8	448			
15						
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
17	Y-пересечение	16,88272739	4,173901832	4,044830969	0,006765597	6,669557533
18	x1	0,459615393	0,515987633	0,890748855	0,407360756	-0,80296086
19	x2	0,156489517	0,096892158	1,615089613	0,157418484	-0,080597051
20						
21						
22						
23	Вывод ОСТАТКА					
24						
25	<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное y</i>	<i>Остатки</i>			
26	1	25,69424513	-0,694245132			
27	2	27,23943399	-0,239433988			
28	3	31,60143416	-0,601434157			
29	4	36,89251827	3,107481728			
30	5	40,0026023	-2,002602302			
31	6	41,23481212	1,765187877			
32	7	41,68457436	2,315425643			
33	8	44,02206396	-4,022063959			
34	9	44,62831571	0,37168429			

3. Исходное уравнение множественно регрессии будет иметь вид  
 $y = 16,88 + 0,46x_1 + 0,16x_2$

6

## Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	x	y
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Введем вспомогательные данные:

Ячейка	Формула	Примечание
C16	9	Число предприятий
C17	0,05	Уровень значимости
C18	=ОТРЕЗОК(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента <i>a</i>
C19	=НАКЛОН(C2:C10;B2:B10)	Расчёт коэффициента <i>b</i>
C20	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Среднее значение фактора <i>x</i>

C21	=СРЗНАЧ(C2:C10)	Среднее значение результата у		
	A	B	C	D
1	№ п/п	x	y	
2	1	11	25	
3	2	13	27	
4	3	15	31	
5	4	18	40	
6	5	20	38	
7	6	22	43	
8	7	24	44	
9	8	25	40	
10	9	27	45	
11				
12				
13				
14				
15	Вспомогательные данные			
16	Число предприятий		9,00	
17	Уровень значимости		0,05	
18	Расчёт коэффициента a		12,68	
19	Расчёт коэффициента b		1,25	
20	Среднее значение фактора x		19,44	
21	Среднее значение результата у		37,00	

3. Проверка общего качества уравнения регрессии с помощью F-теста (F-критерия Фишера).

Для расчета показателей, введем формулы

Ячейка	Формула	Примечание
G16	=КОРРЕЛ(B2:B10;C2:C10)^2	Коэффициент детерминации R <sup>2</sup>
G17	=G16*(C16-2)/(1-G16)	F-критерий расчетный
G18	=ФРАСПОБР(C17;1;C16-2)	F-критерий табличный

4. Вывод о значимости уравнения регрессии. Если F-критерий расчетный > F-критерий табличный, т.е. значение в ячейке **G17** > **G18**, то «**Значимо**», если нет, то «**Не значимо**».

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y				
2	1	11	25				
3	2	13	27				
4	3	15	31				
5	4	18	40				
6	5	20	38				
7	6	22	43				
8	7	24	44				
9	8	25	40				
10	9	27	45				
11							
12							
13							
14							
15	Вспомогательные данные				Проверка значимости уравнения		
16	Число предприятий		9,00		Коэффициент детерминации		0,8739
17	Уровень значимости		0,05		F-критерий расч.		48,5319
18	Расчёт коэффициента a		12,68		F-критерий табл.		5,5914
19	Расчёт коэффициента b		1,25		<b>Вывод</b>		<b>Значимо</b>
20	Среднее значение фактора x		19,44				
21	Среднее значение результата y		37,00				

7

## Решение

1. В диапазоне A1:D10 подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. В главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Корреляция – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.



Корреляция

Входные данные

Входной интервал: \$B\$2:\$D\$10

Группирование:  по столбцам  по строкам

Метки в первой строке

Параметры вывода

Выходной интервал:

Новый рабочий лист: Корреляция

Новая рабочая книга

OK Отмена Справка

3. Согласно полученным данным коэффициент корреляции между значением  $y$  и  $x_1$  равняется 0,9349, а между  $y$  и  $x_2$  – 0,9490.

	A	B	C	D
1		Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3
2	Столбец 1	1		
3	Столбец 2	0,93485099	1	
4	Столбец 3	0,948959653	0,949489725	1
5				

4. Для оценки и выводов воспользуемся шкалой Чеддока.

Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи
0,1-0,3	Слабая
0,3-0,5	Умеренная
0,5-0,7	Заметная
0,7-0,9	Высокая
0,9-1,0	Очень высокая

Таким образом, теснота связи между объясняемыми  $y$  и объясняющими переменными  $x$  оценивается как очень высокая.

8

## Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	$x$	$y$
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Регрессия в виде степенной функции имеет вид:  $y=ax^b$ . Для нахождения параметров регрессии  $y=ax^b$  необходимо провести ее линеаризацию.

Получим уравнение вида:

$$Y=A+bX,$$

где  $Y=\ln y$ ,  $X=\ln x$ ,  $A=\ln a$

1) Составляем вспомогательную таблицу для преобразованных данных. Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=LN(C2)	$Y=\ln y$ Копируем в диапазон D2:D10
E2	=LN(B2)	$X=\ln x$ Копируем в диапазон E2:E10
F2	=D2*E2	Копируем в диапазон F2:F10
G2	=E2^2	Копируем в диапазон G2:G10
D11	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Копируем в диапазон C11:G11

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	$x$	$y$	$Y=\ln(y)$	$X=\ln(x)$	$YX$	$X^2$
2	1	11	25	3,22	2,40	7,72	5,75
3	2	13	27	3,30	2,56	8,45	6,58
4	3	15	31	3,43	2,71	9,30	7,33
5	4	18	40	3,69	2,89	10,66	8,35
6	5	20	38	3,64	3,00	10,90	8,97
7	6	22	43	3,76	3,09	11,63	9,55
8	7	24	44	3,78	3,18	12,03	10,10
9	8	25	40	3,69	3,22	11,87	10,36
10	9	27	45	3,81	3,30	12,55	10,86
11	Среднее	19,44	37,00	3,59	2,93	10,57	8,65

2) Проведем расчеты параметров регрессии с помощью статистической функции **ЛИНЕЙН**. В ячейку **E15** введём формулу **=ЛИНЕЙН(D2:D10;E2:E10;1;1)**. В ячейке появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (**E15:F19**), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**. Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение $a$
Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение $y$
$F$ -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	x	y	Y=ln(y)	X=ln(x)	YX	X <sup>2</sup>
2	1	11	25	3,22	2,40	7,72	5,75
3	2	13	27	3,30	2,56	8,45	6,58
4	3	15	31	3,43	2,71	9,30	7,33
5	4	18	40	3,69	2,89	10,66	8,35
6	5	20	38	3,64	3,00	10,90	8,97
7	6	22	43	3,76	3,09	11,63	9,55
8	7	24	44	3,78	3,18	12,03	10,10
9	8	25	40	3,69	3,22	11,87	10,36
10	9	27	45	3,81	3,30	12,55	10,86
11	Среднее	19,44	37,00	3,59	2,93	10,57	8,65
12							
13		<b>Коэффициенты</b>			<b>Функция ЛИНЕЙН</b>		
14		<b>регрессии</b>					
15		<b>A</b>	<b>b</b>		0,67	1,62	
16		1,62	0,67		0,07	0,21	
17					0,91	0,06	
18					85,32	8,00	
19					0,35	0,03	

3) Проведем потенцирование полученных коэффициентов для нахождения коэффициентов степенной функции.

Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
B19	=EXP(B16)	Пересчет <i>a</i>
C19	=C16	Пересчет <i>b</i>

12			
13		<b>Коэффициенты</b>	
14		<b>регрессии</b>	
15		<b>A</b>	<b>b</b>
16		1,62	0,67
17		<b>Потенцирование</b>	
18		<b>a</b>	<b>b</b>
19		5,05	0,67
20			

3. Полученное степенное уравнение регрессии будет иметь вид:  $y=5,05 \cdot x^{0,67}$

9

Решение

1. В диапазоне A1:C10 подготовить исходные.

	A	B	C
1	№ п/п	x	y
2	1	11	25
3	2	13	27
4	3	15	31
5	4	18	40
6	5	20	38
7	6	22	43
8	7	24	44
9	8	25	40
10	9	27	45

2. Регрессия в виде обратной функции имеет вид  $y = \frac{1}{a+bx}$ . Для нахождения параметров регрессии  $y = \frac{1}{a+bx}$  необходимо провести ее линеаризацию. Получим уравнение вида:

$$Y=a+bx,$$

где  $Y=\frac{1}{y}$

1) Составляем вспомогательную таблицу для преобразованных данных. Вводим формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D2	=1/C2	$Y=\frac{1}{y}$ Копируем в диапазон D2:D10
E2	=D2*B2	Копируем в диапазон E2:E10
F2	=B2^2	Копируем в диапазон E2:E10
D11	=СРЗНАЧ(B2:B10)	Копируем в диапазон C11:F11

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	x	y	$Y=1/y$	$Yx$	$x^2$
2	1	11	25	0,04	0,44	121,00
3	2	13	27	0,04	0,48	169,00
4	3	15	31	0,03	0,48	225,00
5	4	18	40	0,03	0,45	324,00
6	5	20	38	0,03	0,53	400,00
7	6	22	43	0,02	0,51	484,00
8	7	24	44	0,02	0,55	576,00
9	8	25	40	0,03	0,63	625,00
10	9	27	45	0,02	0,60	729,00
11	Среднее	19,44	37,00	0,03	0,52	405,89

2) Проведем расчеты параметров регрессии с помощью статистической функции **ЛИНЕЙН**. В ячейку **E15** введём формулу

=ЛИНЕЙН(D2:D10;B2:B10;1;1). В ячейке появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу установите курсор на полученное значение, выделите область 5x2 (5 строк, 2 столбца) с целью вывода результатов регрессионной статистики (E15:F19), нажмите на клавишу **F2**, а затем – на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ENTER**. Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в порядке, указанном в следующей схеме:

Значение коэффициента $b$	Значение коэффициента $a$
Среднеквадратическое отклонение $b$	Среднеквадратическое отклонение $a$
Коэффициент детерминации $R^2$	Среднеквадратическое отклонение $y$
$F$ -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	$x$	$y$	$Y=1/y$	$Yx$	$x^2$
2	1	11	25	0,04	0,44	121,00
3	2	13	27	0,04	0,48	169,00
4	3	15	31	0,03	0,48	225,00
5	4	18	40	0,03	0,45	324,00
6	5	20	38	0,03	0,53	400,00
7	6	22	43	0,02	0,51	484,00
8	7	24	44	0,02	0,55	576,00
9	8	25	40	0,03	0,63	625,00
10	9	27	45	0,02	0,60	729,00
11	Среднее	19,44	37,00	0,03	0,52	405,89
12						
13		<b>Коэффициенты регрессии</b>			<b>Функция ЛИНЕЙН</b>	
14		<b>a</b>	<b>b</b>			
15					-0,00109	0,04930
16		0,04930	-0,00109		0,00017	0,00351
17					0,84701	0,00276
18					38,75494	7,00000
19					0,00029	0,00005

3. Полученное обратное уравнение регрессии будет иметь вид:

$$y = \frac{1}{0,049 - 0,001 \cdot x}$$

10	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Для оценки и выводов воспользуемся шкалой Чеддока.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Коэффициент корреляция</th> <th style="width: 50%;">Характеристика силы связи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1-0,3</td> <td>Слабая</td> </tr> <tr> <td>0,3-0,5</td> <td>Умеренная</td> </tr> <tr> <td>0,5-0,7</td> <td>Заметная</td> </tr> <tr> <td>0,7-0,9</td> <td>Высокая</td> </tr> <tr> <td>0,9-1,0</td> <td>Очень высокая</td> </tr> </tbody> </table> <p>Зная, что если коэффициент корреляции Спирмена получается с «+», то зависимость прямая, а если с «-», то обратная, получаем:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Событие</th> <th style="width: 50%;">Теснота связи и вид зависимости</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Цветные полосы</td> <td>Высокая, прямая</td> </tr> <tr> <td>Два преподавателя</td> <td>Очень высокая, прямая</td> </tr> <tr> <td>Программисты</td> <td>Высокая, обратная</td> </tr> <tr> <td>Дегустация</td> <td>Слабая, прямая</td> </tr> </tbody> </table>	Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи	0,1-0,3	Слабая	0,3-0,5	Умеренная	0,5-0,7	Заметная	0,7-0,9	Высокая	0,9-1,0	Очень высокая	Событие	Теснота связи и вид зависимости	Цветные полосы	Высокая, прямая	Два преподавателя	Очень высокая, прямая	Программисты	Высокая, обратная	Дегустация	Слабая, прямая																									
Коэффициент корреляция	Характеристика силы связи																																															
0,1-0,3	Слабая																																															
0,3-0,5	Умеренная																																															
0,5-0,7	Заметная																																															
0,7-0,9	Высокая																																															
0,9-1,0	Очень высокая																																															
Событие	Теснота связи и вид зависимости																																															
Цветные полосы	Высокая, прямая																																															
Два преподавателя	Очень высокая, прямая																																															
Программисты	Высокая, обратная																																															
Дегустация	Слабая, прямая																																															
11	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Из условия задачи имеем, что <math>n = 18</math>, <math>r = 0,64</math>. Введем нулевую гипотезу <math>H_0: r = 0</math>. Проверим эту гипотезу об отсутствии корреляционной зависимости (о незначимости коэффициента корреляции). Вычислим значение критерия</p> $t_{\text{расч.}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,64 \cdot \sqrt{18-2}}{\sqrt{1-0,64^2}} = 3,33$ <p>Найдем критическую точку по уровню значимости <math>\alpha = 0,05</math> и числу степеней свободы <math>k = n - 2 = 18 - 2 = 16</math>, получаем <math>t_{\text{табл}} = 2,12</math>. Так как <math> t_{\text{расч.}}  &gt; t_{\text{табл}}</math>, следует отвергнуть нулевую гипотезу <math>H_0: r = 0</math>, то есть корреляционная зависимость существенна, между X и Y существует зависимость.</p>																																															
12	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>По данным показателям можно рассчитать индекс корреляции, который определяет тесноту связи нелинейной регрессии:</p> $R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{39000}{120000}} = 0,8216$																																															
13	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>1. В диапазоне В3:Е6 введем исходные данные.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 15%;">А</th> <th style="width: 15%;">В</th> <th style="width: 15%;">С</th> <th style="width: 15%;">D</th> <th style="width: 15%;">E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">Квартал</td> <td colspan="4">Год</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>I</td> <td>20</td> <td>28</td> <td>34</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>II</td> <td>31</td> <td>43</td> <td>43</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>III</td> <td>46</td> <td>53</td> <td>56</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>IV</td> <td>52</td> <td>64</td> <td>66</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Для анализа временного ряда перепишем поквартальные данные в один столбец.</p>		А	В	С	D	E	1	Квартал	Год				2	1	2	3	4	3	I	20	28	34	31	4	II	31	43	43	41	5	III	46	53	56	55	6	IV	52	64	66	70	7					
	А	В	С	D	E																																											
1	Квартал	Год																																														
2		1	2	3	4																																											
3	I	20	28	34	31																																											
4	II	31	43	43	41																																											
5	III	46	53	56	55																																											
6	IV	52	64	66	70																																											
7																																																

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Квартал	Год				Квартал	Период времени, t	Временной ряд	
2		1	2	3	4				
3	I	20	28	34	31		I	1	20
4	II	31	43	43	41		II	2	28
5	III	46	53	56	55		III	3	34
6	IV	52	64	66	70		IV	4	31
7							I	5	31
8							II	6	43
9							III	7	43
10							IV	8	41
11							I	9	46
12							II	10	53
13							III	11	56
14							IV	12	55
15							I	13	52
16							II	14	64
17							III	15	66
18							IV	16	70

3. По данным построим график временного ряда. Для этого выделяем диапазон **H2:I18** и переходим на панели инструментов жмем **ВСТАВКА – ДИАГРАММА**. Выбираем вид диаграммы – **точечная с прямыми отрезками**.



4. Как следует из графического представления временного ряда, изображен возрастающий тренд, содержащий сезонные колебания, период которых равен четырем кварталам. Объем продаж во втором полугодии (кварталы III, IV) значительно выше, чем в первом (кварталы I, II). С увеличением t не происходит заметного увеличения сезонных колебаний. Следовательно, для данного временного ряда лучше подходит аддитивная модель.

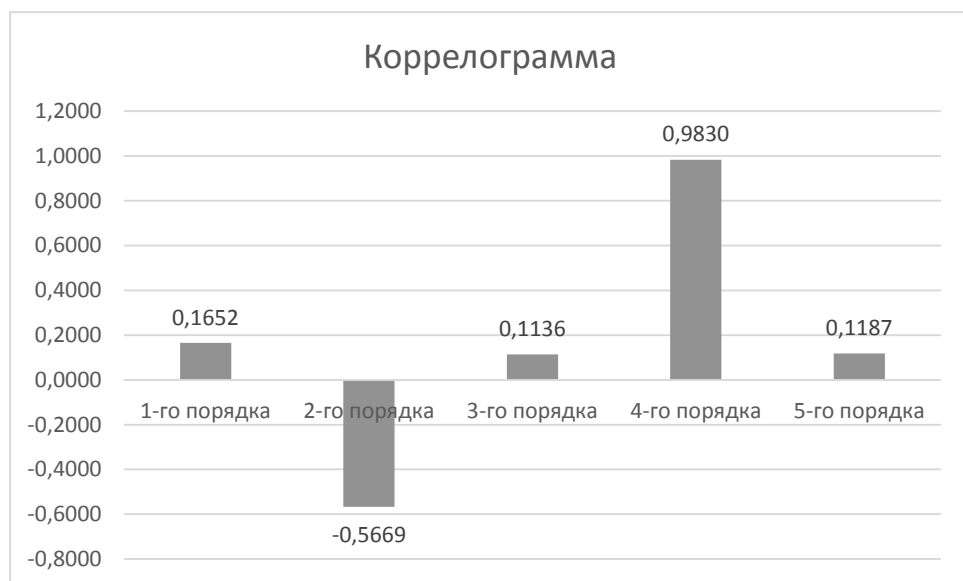
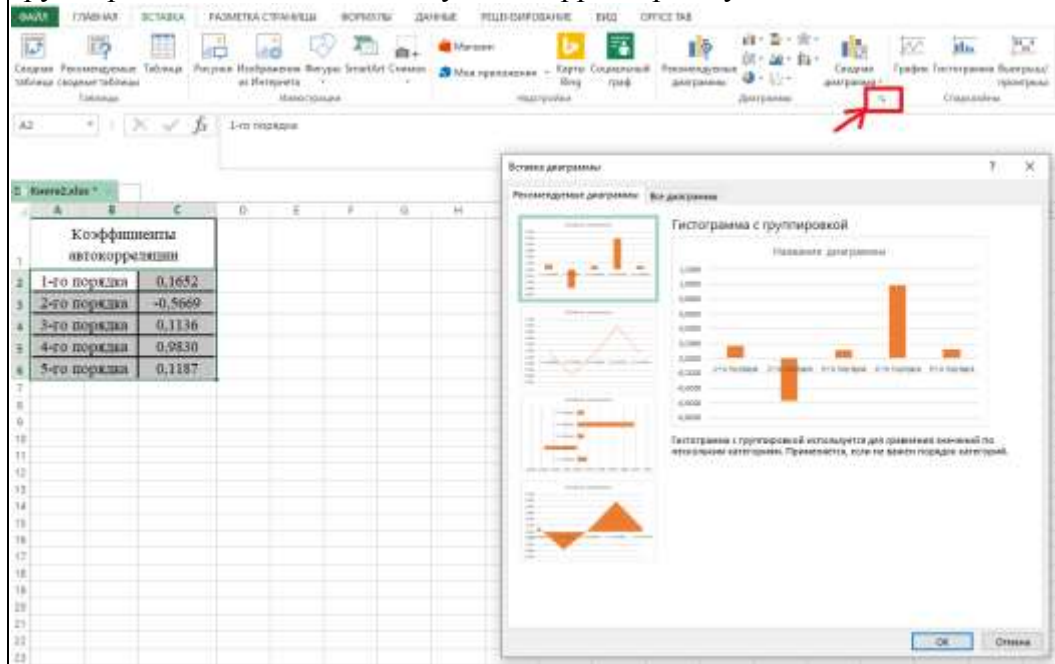
14

Решение

1. Подготовим данные в диапазоне **A2:C6**.

	A	B	C
	<b>Коэффициенты автокорреляции</b>		
1			
2	1-го порядка		0,1652
3	2-го порядка		-0,5669
4	3-го порядка		0,1136
5	4-го порядка		0,9830
6	5-го порядка		0,1187
7			

2. Выделим диапазон A2:C6 и, выбрав на панели инструментов **Вставка – Диаграмма**. Выбираем первую рекомендованную гистограмму с группировкой. Жмем **ОК** и получаем коррелограмму.



3. Наибольшее значение имеет коэффициент автокорреляции 4-го порядка. Следовательно, временной ряд имеет тенденцию и сезонную компоненту с



периодом, равным четырем квартала.

15

Решение

1. В диапазоне **В3:Е6** введем исходные данные.

	A	B	C	D	E
1	Квартал	Год			
2		1	2	3	4
3	I	6	7,2	8	9
4	II	4,4	4,8	5,6	6,6
5	III	5	6	6,4	7
6	IV	9	10	11	10,8
7					

2. Для анализа временного ряда перепишем поквартальные данные в один столбец. В столбцах J, K, L подготовим сдвинутые соответственно 1, 2, 3 уровней значений временного ряда. Для этого запишем в каждую из ячеек: J6, K7, L8, M9, N10 – одну и ту же формулу: = **I5**. Можно просто перенести данные из первого временного ряда в последующие, убирая последний элемент.

Найдем коэффициенты автокорреляции с помощью следующих формул:

Ячейка	Формула	Коэффициент автокорреляции
C11	=КОРРЕЛ(I4:I18;J4:J18)	1-го порядка
C12	=КОРРЕЛ(I5:I18;K5:K18)	2-го порядка
C13	=КОРРЕЛ(I6:I18;L6:L18)	3-го порядка

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Квартал	Год					Квартал	Год	Временной ряд	$Y_{t-1}$	$Y_{t-2}$	$Y_{t-3}$
2		1	2	3	4	I						
3	I	6	7,2	8	9	II	1	4,4	6			
4	II	4,4	4,8	5,6	6,6	III	1	5	4,4	6		
5	III	5	6	6,4	7	IV	1	9	5	4,4	6	
6	IV	9	10	11	10,8	I	2	7,2	9	5	4,4	
7						II	2	4,8	7,2	9	5	
8						III	2	6	4,8	7,2	9	
9						IV	2	10	6	4,8	7,2	
10	Коэффициенты автокорреляции					I	3	8	10	6	4,8	
11	1-го порядка		0,1652			II	3	5,6	8	10	6	
12	2-го порядка		-0,5669			III	3	6,4	5,6	8	10	
13	3-го порядка		0,1136			IV	3	11	6,4	5,6	8	
14						I	4	9	11	6,4	5,6	
15						II	4	6,6	9	11	6,4	
16						III	4	7	6,6	9	11	
17						IV	4	10,8	7	6,6	9	
18												
19												

16

Решение

1. В диапазоне **В3:Е6** введем исходные данные.

	A	B	C	D	E
1	Квартал	Год			
2		1	2	3	4
3	I	20	28	34	31
4	II	31	43	43	41
5	III	46	53	56	55
6	IV	52	64	66	70
7					

2. Для расчет скользящей средней переписем поквартальные данные в один столбец.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Квартал	Год					Квартал	Период времени, t	Временной ряд
2		1	2	3	4				
3	I	20	28	34	31		I	1	20
4	II	31	43	43	41		II	2	28
5	III	46	53	56	55		III	3	34
6	IV	52	64	66	70		IV	4	31
7							I	5	31
8							II	6	43
9							III	7	43
10							IV	8	41
11							I	9	46
12							II	10	53
13							III	11	56
14							IV	12	55
15							I	13	52
16							II	14	64
17							III	15	66
18							IV	16	70

3. Для подсчета 2-месячной скользящей средней в главном меню выберите **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Если данного пункта нет, то переходим в меню **Файл – Параметры – Надстройки**. Внизу диалогового окна из выпадающего списка выбираем **Надстройки Excel** и жмем **Перейти**. В открывшемся окне ставим галочку напротив **Пакет анализа** и нажимаем **ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

4. Для подсчета 3-месячной скользящей средней в главном меню выберите снова **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

Скользящее среднее ? X

**Входные данные**

Входной интервал:

Метки в первой строке

Интервал:

**Параметры вывода**

Выходной интервал:

Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга

Вывод графика  Стандартные погрешности

OK Отмена Справка

5. Для подсчета 4-месячной скользящей средней в главном меню выберите снова **Данные – Анализ данных – Скользящее среднее – ОК**. Заполняем диалоговое окно ввода данных и параметров вывода согласно рисунку.

Скользящее среднее ? X

**Входные данные**

Входной интервал:

Метки в первой строке

Интервал:

**Параметры вывода**

Выходной интервал:

Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга

Вывод графика  Стандартные погрешности

OK Отмена Справка

6. Ячейки с #Н/Д можно очистить. Результат получается следующий.

Квартал	Год				Квартал	Период времени, t	Временной ряд	Скользящее среднее						
	1	2	3	4				2-х мес.	Откл.	3-х мес.	Откл.	4-х мес.	Откл.	
I	20	28	34	31	I	1	20							
II	31	43	43	41	II	2	31	25,5						
III	46	55	56	55	III	3	46	35,5	6,576	32,3				
IV	52	64	66	70	IV	4	52	49,0	5,712	43,0			37,250	
					I	5	28	40,0	8,746	42,0	12,434	39,250		
					II	6	43	35,5	10,006	41,0	9,678	42,250		
					III	7	53	48,0	6,374	41,3	10,585	44,000	10,316	
					IV	8	64	58,5	5,256	53,3	9,190	47,000	11,148	
					I	9	34	49,0	11,297	50,3	13,121	48,500	12,050	
					II	10	43	38,5	11,074	47,0	11,497	48,500	12,354	
					III	11	56	49,5	5,590	44,3	11,816	49,250	11,990	
					IV	12	66	61,0	5,799	55,0	9,541	49,750	11,727	
					I	13	31	48,5	12,870	51,0	14,800	49,000	12,883	
					II	14	41	36,0	12,870	46,0	13,491	48,500	13,133	
					III	15	55	48,0	6,083	42,3	13,970	48,250	13,133	
					IV	16	70	62,5	7,284	55,3	11,555	49,250	14,632	

7. Сравним стандартные погрешности, убеждаемся в том, что модель 2-х месячной скользящей средней больше подходит для сглаживания и прогнозирования. Она имеет меньшие стандартные погрешности.

17

Решение

1. В диапазоне **A1:D10** подготовить исходные.

	A	B	C	D
1	№ п/п	y	x1	x2
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98

2. Проверить факторы на мультиколлинеарность. Поскольку их всего два, то следует проверить их на коллинеарность по значению парного коэффициента корреляции. Поэтому необходимо:

1) Найти коэффициент корреляции между факторами  $r_{12}$ .

2) Проверить статистическую значимость полученного коэффициента корреляции при  $\alpha=0,05$ .

3) сделать вывод о значимости коэффициента корреляции  $r_{12}$  и, значит о наличии коллинеарности: если набл  $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$ , то коэффициент корреляции статистически значим и факторы коллинеарны; в противном случае – факторы неколлинеарны.

Для решения в MS Excel вводим следующие формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
D13	=КОРРЕЛ(C2:C10;D2:D10)	Коэффициент корреляции между факторами
D14	=D13*((A10-2)/(1-D13*D13))^0,5	Наблюдаемое значение t-статистики коэффициента корреляции
D15	=СТЮДРАСПОБР(0,05;A10-2)	Критическое значение t-статистики коэффициента корреляции

	A	B	C	D
1	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$
2	1	25	11	24
3	2	27	13	28
4	3	31	15	50
5	4	40	18	75
6	5	38	20	89
7	6	43	22	91
8	7	44	24	88
9	8	40	25	100
10	9	45	27	98
11				
12	<b>Проверка на мультиколлинеарность</b>			
13	Коэфф. корреляции $r_{12}$			0,9494897
14	t-критерий (расчетный)			8,0055089
15	t-критерий (табличный)			2,3646243
16	<b>Вывод о значимости <math>r_{12}</math></b>			<b>Значим</b>
17	<b>Вывод - факторы мультиколлинеарны</b>			

3. Отобранные факторы в модель являются коллинеарными, следовательно, для данной модели эффект мультиколлинеарности присутствует.

18

Решение

1. В диапазоне A1:E10 подготовить исходные.

	A	B	C	D	E
1	№ п/п	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
2	1	9,7	1,59	0,25	0,32
3	2	9,95	0,46	0,26	0,77
4	3	8,4	0,28	0,29	0,59
5	4	8,78	1,13	0,27	0,55
6	5	10,5	0,64	0,24	0,76
7	6	11,2	0,59	0,31	0,99
8	7	12	0,73	0,27	0,64
9	8	10,1	1,34	0,27	0,38
10	9	9,67	1,06	0,28	0,48

2. Проверить факторы на мультиколлинеарность. Поскольку их три, то следует проверить их на коллинеарность по значениям парных коэффициентов корреляции. Поэтому необходимо:

1) Найти коэффициент корреляции между факторами  $r_{12}$   $r_{23}$   $r_{13}$ . То есть три парных коэффициента корреляции для пар факторов.

2) Проверить статистическую значимость полученных коэффициентов корреляции при  $\alpha=0,05$ .

3) сделать вывод о значимости коэффициентов и, значит о наличие коллинеарности: если  $\text{набл } |t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$ , то коэффициент корреляции статистически значим и факторы коллинеарны; в противном случае –

факторы неколлинеарны.

Для решения в MS Excel вводим следующие формулы:

Ячейка	Формула	Примечание
H3	=КОРРЕЛ(C2:C10;D2:D10)	Коэффициент корреляции $r_{12}$ между факторами $x_1$ и $x_2$
H4	=КОРРЕЛ(D2:D10;E2:E10)	Коэффициент корреляции $r_{23}$ между факторами $x_2$ и $x_3$
H5		Коэффициент корреляции $r_{13}$ между факторами $x_1$ и $x_3$
F3	=H3*((\$A\$10-2)/(1-H3*H3))^0,5	Наблюдаемое значение t-статистики коэффициента корреляции для $r_{12}$ . Копируемы в диапазон <b>F4:F5</b>
H5	=СТЮДРАСПОБР(0,05;\$A\$10-2)	Критическое значение t-статистики коэффициента корреляции. Копируем в диапазон <b>I4:I5</b>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	№ п/п	y	$x_2$	$x_2$	$x_3$		Расчет и проверка коэффициентов				
2	1	9,7	1,59	0,25	0,32		Коэффициент	Значение	t-критерий расч	t-критерий табл	Вывод
3	2	9,95	0,46	0,26	0,77		$r_{12}$	-0,3374	-0,9482	2,3646	Значим
4	3	8,4	0,28	0,29	0,59		$r_{13}$	0,3774	1,0781	2,3646	Незначим
5	4	8,78	1,13	0,27	0,55		$r_{23}$	-0,7635	-3,1282	2,3646	Значим
6	5	10,5	0,64	0,24	0,76						
7	6	11,2	0,59	0,31	0,99						
8	7	12	0,73	0,27	0,64						
9	8	10,1	1,34	0,27	0,38						
10	9	9,67	1,06	0,28	0,48						
11											
12											
13											
14											
15											

### 3. Выводы:

- 1) в данной модели существует коллинеарность между факторами  $x_1$  и  $x_2$ , а также между факторами  $x_1$  и  $x_3$ .
- 2) между факторами  $x_2$  и  $x_3$  коллинеарность отсутствует.
- 3) для дальнейшего анализа целесообразно отобрать в модель факторы  $x_2$  и  $x_3$ . Однако, необходимо дополнительно оценить их связь с объясняемой переменной  $y$ .

19

### Решение

Ограничимся для простоты применением счетного правила. Приведем кратко информацию об этом правиле.

Обозначим  $H$  – число эндогенных переменных в  $i$ -ом уравнении системы,  $D$  – число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение. Тогда условие идентифицируемости уравнения может быть записано в виде следующего счетного правила:

$D+1 = H$  – уравнение идентифицируемо;

$D+1 < H$  – уравнение неидентифицируемо;

$D+1 > H$  – уравнение сверхидентифицируемо.

Первое и третье уравнения структурной модели имеют  $H = 2$ ,  $D = 1$ . В первом уравнении две эндогенные переменные –  $y_1$ ,  $y_2$ , в третьем тоже две –  $y_2$ ,  $y_3$ ; в

	<p>обоих уравнениях не хватает по одной экзогенной переменной: в первом отсутствует <math>x_3</math>, в третьем – <math>x_2</math>. В этих уравнениях выполняется равенство <math>D + 1 = N</math>, и они идентифицируемы. Во втором уравнении присутствуют все три эндогенные переменные (<math>N=3</math>), а отсутствуют две экзогенные – <math>x_1</math> и <math>x_3</math> (<math>D=2</math>). Здесь также выполняется равенство <math>D + 1 = N</math>, и второе уравнение также идентифицируемо. Поскольку все три уравнения структурной модели идентифицируемы, система также идентифицируема.</p>
20	<p style="text-align: center;">Решение</p> <p>Необходимое условие идентификации:  <math>D</math> – число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение; <math>N</math> – число эндогенных переменных, которые используются в данном уравнении.          Если <math>D + 1 = N</math> – уравнение идентифицируемое, если <math>D + 1 &lt; N</math> – уравнение неидентифицируемое, <math>D + 1 &gt; N</math> – уравнение сверхидентифицируемое.          Смотрим на левые части: <math>M_t, N_t, S_t</math> – эндогенные переменные (т.е. <math>y</math>), а <math>Y_t</math> – экзогенная переменная (т.е. <math>x</math>).          1 уравнение: <math>D = 1; N = 3</math>  <math>1 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.          2 уравнение: <math>D = 0; N = 3</math>  <math>0 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.          3 уравнение: <math>D = 1; N = 3</math>  <math>1 + 1 &lt; 3</math> – значит это уравнение неидентифицируемое.          Вывод: вся система уравнений является неидентифицируемой.</p>

### Задание № 1

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	15	17	21	20	28	33	34	32	39

Определить с помощью статистических функций MS Excel коэффициент корреляции и параметры уравнения линейной регрессии.

### Задание № 2

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить с помощью функции **ЛИНЕЙН** параметры уравнения линейной регрессии.

## Задание № 3

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить значимость коэффициентов регрессии  $b$  (коэффициента при значении  $x$ ) с помощью критерия Стьюдента.

## Задание № 4

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Определить значимость коэффициентов регрессии  $a$  (свободный член уравнения) с помощью критерия Стьюдента.

## Задание № 5

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

При помощи инструмента анализа данных Регрессия в MS Excel рассчитайте параметры (коэффициенты при переменных) уравнения множественной регрессии и запишите полученное уравнение.

## Задание № 6

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x$  (тыс. чел.) некоторой фирмы.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45



Оцените общее качество уравнения регрессии с помощью F-теста (F-критерий Фишера).

#### Задание № 7

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

При помощи инструмента анализа данных **КОРРЕЛЯЦИЯ** в MS Excel рассчитайте коэффициенты корреляции и сделайте выводы.

#### Задание № 8

Используя данные в таблице, построить степенную модель регрессии.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Для нахождения коэффициентов использовать функцию **ЛИНЕЙН**.

#### Задание № 9

Используя данные в таблице, построить обратную модель регрессии.

Таблица 1

$x$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45

Для нахождения коэффициентов использовать функцию **ЛИНЕЙН**.

#### Задание № 10

По данным, представленным в таблице, оцените с помощью шкалы Чеддока тесноту связи между событиями и вид зависимости в условных примерах, зная коэффициент корреляции Спирмена.

Событие	Коэффициент корреляции
Тринадцать цветных полос расположены в порядке убывания окраски от темной к светлой и каждой полосе присвоен ранг – порядковый номер А. При проверке способности различать оттенки цветов	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена между «правильными» рангами оттенков А и рангами В, которые им присвоил испытуемый составил 0,753.

испытуемый расположил полосы в определенном порядке В.	
Два преподавателя оценили знания 12 учащихся по стобалльной системе и выставили им следующие оценки	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей равен 0,916
С помощью коэффициента ранговой корреляции установить зависимость между стажем практической работы и временем решения контрольной задачи у 10 программистов.	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $-0,855$
При дегустации 10 сортов продукции двумя специалистами были получены некоторые оценки.	Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена после расчетов оказался равен 0,167

### Задание № 11

На основании 18 наблюдений установлено, что на 64% вес ( $x$ ) кондитерских изделий зависит от их объема ( $y$ ). Можно ли на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  утверждать, что между  $x$  и  $y$  существует зависимость?

### Задание № 12

По совокупности 30-ти предприятий торговли изучается следующая зависимость между признаками:  $x$  – цена за товар А, тыс. руб.;  $y$  – прибыль торгового предприятия, млн. руб. При оценке регрессионной модели были получены следующие промежуточные результаты:  $\sigma_{\text{ост}}^2 = 39000$ ,  $\sigma_y^2 = 120000$ . Оцените, какой показатель можно рассчитать, имея данные промежуточные результаты и проведите его расчет.

### Задание № 13

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	20	28	34	31
II	31	43	43	41
III	46	53	56	55
IV	52	64	66	70

Построить график временного ряда и определить вид модели и период сезонных колебаний

## Задание № 14

В таблице представлены значения коэффициентов автокорреляции временного ряда.

Таблица 1

Порядок	1	2	3	4	5
Коэффициент автокорреляции	0,1652	-0,5669	0,1136	0,983	0,1187

На основе представленных данных построить коррелограмму, сделать выводы.

## Задание № 15

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	6	7,2	8	9
II	4,4	4,8	5,6	6,6
III	5	6	6,4	7
IV	9	10	11	10,8

Найти коэффициенты автокорреляции до третьего порядка.

## Задание № 16

Представлены поквартальные данные о валовом объеме продаж (млн.шт.) за последние четыре года:

Таблица 1

Квартал	Год			
	1	2	3	4
I	20	28	34	31
II	31	43	43	41
III	46	53	56	55
IV	52	64	66	70

Рассчитать скользящие средние временного ряда и оценить, как модель больше подходит для сглаживания и прогнозирования

## Задание № 17

В таблице приведены данные об объеме производства  $y$  (тыс. ед.) в зависимости от численности занятых  $x_1$  (тыс. чел.) и времени работы  $x_2$  (часов) некоторой фирмы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность.

## Задание № 18

В таблице приведены данные об урожайности зерновых  $y$  (ц/га.) в зависимости от численности тракторов приведённой мощности на 100 га  $x_1$ , численности зерноуборочных комбайнов на 100 га  $x_2$  и количества удобрений, расходуемых на 1 га  $x_3$  (т/га).

$y$	9,70	9,95	8,40	8,78	10,5	11,2	12,0	10,1	9,67
$x_1$	1,59	0,46	0,28	1,13	0,64	0,59	0,73	1,34	1,06
$x_2$	0,25	0,26	0,29	0,27	0,24	0,31	0,27	0,27	0,28
$x_3$	0,32	0,77	0,59	0,55	0,76	0,99	0,64	0,38	0,48

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность и сделать выводы.

Таблица 1

$y$	25	27	31	40	38	43	44	40	45
$x_1$	11	13	15	18	20	22	24	25	27
$x_2$	24	28	50	75	89	91	88	100	98

Проверить представленные факторы на мультиколлинеарность.

## Задание № 19

Имеется следующая структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases}$$

Соответствующая ей приведенная форма модели имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 3x_1 - 4x_2 + 2x_3, \\ y_2 = 2x_1 + 4x_2 + 5x_3, \\ y_3 = -5x_1 + 6x_2 + 5x_3. \end{cases}$$

Определить идентифицируемость структурной модели

#### Задание № 20

Исследовать систему эконометрических уравнений на идентификацию, используя необходимое условие идентификации:

$$M_t = b_{12}N_t + b_{13}S_t$$

$$N_t = a_2 + b_{21}M_t + b_{23}S_t + b_{26}Y_t$$

$$S_t = a_3 + b_{31}M_t + b_{32}N_t$$

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Зачет с оценкой является заключительным этапом процесса формирования компетенций обучающегося при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний обучающегося по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач.

Зачет с оценкой проводится по расписанию, сформированному учебно-методическим управлением, в сроки, предусмотренные календарным учебным графиком.

Зачет с оценкой принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия.

Зачет с оценкой проводится только при предъявлении обучающимся зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины.

Обучающимся на зачет с оценкой представляется право выбрать один из билетов. Время подготовки к ответу составляет 30 минут. По истечении установленного времени обучающийся должен ответить на вопросы экзаменационного билета.

Результаты зачета с оценкой оцениваются по пятибалльной системе и заносятся в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку. В зачетную книжку заносятся только положительные оценки. Подписанный преподавателем экземпляр ведомости сдаётся не позднее следующего дня в деканат.

В случае неявки обучающегося на зачет с оценкой в зачетно-экзаменационную ведомость делается отметка «не явка».

Обучающиеся, не прошедшие промежуточную аттестацию по дисциплине, должны ликвидировать академическую задолженность в установленном локальными нормативными актами Института порядке.