



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

КГЭУ

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

АКТУАЛИЗИРОВАНО

Решением Ученого совета ИЦТЭ КГЭУ

Протокол №7 от 19.03.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Цифровых технологий и
экономики

_____ Торкунова Ю.В.

«26»_октября_2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Корреляционный, регрессионный и трендовый анализ данных

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Квалификация

бакалавр

г.Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 11)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____ Гадильшина В.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Инженерная кибернетика, протокол №11 от 26.10.2020 г

Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Инженерная кибернетика, протокол №11 от 26.10.2020 г

Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Н.

Программа одобрена на заседании методического совета института Цифровых технологий и экономики, протокол № 2 от 26.10.2020 г.

Зам. директора института Цифровых технологий и экономики
_____ Косулин В.В.

Программа принята решением Ученого совета института Цифровых технологий и экономики протокол № 2 от 26.10.2020 г.

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ Смирнов Ю.Н.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами необходимых навыков применения методов корреляционного, регрессионного и трендового анализов в различных экономических деловых ситуациях и бизнес-процессах

Задачами дисциплины являются:

- формирование представления об условиях и задачах построения вероятностно-статистических моделей для прогноза развития экономических процессов;
- освоение методов и алгоритмов корреляционного, регрессионного, трендового анализа;
- овладение навыками интерпретации полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование дисциплины	Код и наименование индикатора	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-1 Способен использовать инструменты и методы моделирования бизнес-процессов	ПК-1.1 Анализирует исходные данные бизнес-заказчика процессов	<i>Знать:</i> терминологию общей теории статистики, основные источники статистической информации (31) основы описания структуры сложных объектов многомерными статистическими совокупностями (32) принципы и методы организации сбора статистических данных (33) <i>Уметь:</i> решать практические задачи по подготовке многомерных выборок и составлению матриц наблюдений (У1) составлять план статистического исследования для получения теоретических зависимостей на основе экспериментальных данных (У2) <i>Владеть:</i> навыками построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей (В1)
ПК-1 Способен использовать инструменты и методы моделирования бизнес-процессов	ПК-1.2 Применяет инструменты и методы моделирования бизнес-процессов	<i>Знать:</i> методы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей (31) методы статистического моделирования и прогнозирования (32) методы многомерного корреляционного, регрессионного, трендового анализа (33) <i>Уметь:</i> проводить расчёты статистических оценок параметров генеральной совокупности (У1) применять методы многомерного корреляционно-регрессионного анализа для

		<p>исследования реальных статистических данных (У2)</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей (В1)</p> <p>навыками применения инструментов многомерного статистического анализа данных (В2)</p>
<p>ПК-4 Способен формализовывать задачи информационной системы</p>	<p>ПК-4.1 Использует математические модели, методы решения аналитических задач информационной системы</p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>основы построения вероятностно-статистических моделей для прогноза развития экономических процессов (З1)</p> <p>принципы построения и взаимосвязей статистических показателей (З2)</p> <p>методы построения многомерных корреляционных и регрессионных моделей (З3)</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>использовать многомерные статистические модели для анализа различных статистических выборок (У1)</p> <p>использовать статистические методы для обработки, анализа и систематизации информации (У2)</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок (В1)</p> <p>навыками использования основных моделей прогнозирования (корреляционного, регрессионного и трендового анализов) (В2)</p>
<p>ПК-4 Способен формализовывать задачи информационной системы</p>	<p>ПК-4.2 Разрабатывает алгоритмы решения задач информационной системы</p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>способы описания многомерных выборочных данных, основные свойства многомерных выборочных характеристик (З1)</p> <p>основные принципы и этапы статистического прогнозирования (З2)</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>применять методики и алгоритмы многомерных исследований (У1)</p> <p>использовать алгоритмы многомерного корреляционно-регрессионного анализа при моделировании практических задач (У2)</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>навыками разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации (В1)</p> <p>навыками применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи (В2)</p> <p>навыками интерпретации полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов (В3)</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Корреляционный, регрессионный и трендовый анализ данных относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др
УК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Статистика	
ОПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-7		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные понятия теории вероятностей и математической статистики;
математического моделирования;

Раздел 1. Общая теория многомерных распределений														
1. Общая теория многомерных распределений	7	2	4			4	0,5			10,5	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -32, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1	Л1. 1, Л1. 2, Л2. 2	УО	6
Раздел 2. Корреляционный анализ														
2. Корреляционный анализ	7	4	4			4	0,5			12,5	ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -33, ПК-4.2 -31, ПК-4.1 -32, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-4.2 -У2	Л1. 1, Л1. 2, Л2. 2	ПЗ	9
Раздел 3. Регрессионный анализ														
3. Регрессионный анализ	7	6	12			14	0,5			32,5	ПК-1.2 -32, ПК-1.2 -33, ПК-4.1 -33, ПК-4.2 -32, ПК-4.1 -В2, ПК-1.2 -В2, ПК-1.2 -У2, ПК-4.2 -У2, ПК-4.2 -В2, ПК-4.1 -У2, ПК-4.1 -В1	Л1. 1, Л1. 2, Л2. 3, Л2. 2	ПЗ	27
Раздел 4. Дисперсионный анализ														
4. Дисперсионный анализ	7	4	4			6	0,5			14,5	ПК-4.1 -31, ПК-4.2 -32, ПК-4.2 -В3, ПК-4.2 -В1,	Л1. 1, Л2. 2, Л2. 1	ПЗ	9

дисциплины		
1	Статистическое наблюдение, группировка данных	4
2	Проведение корреляционного анализа выборки данных и проверка значимости результатов	4
3	Построение множественной линейной регрессии, оценка качества модели	4
4	Построение нелинейной регрессии, оценка качества модели	2
5	Системы регрессионных уравнений	2
6	Проведение дисперсионного анализа данных, проверка качества модели	4
7	Анализ временных рядов. Построение трендовой модели	4
	Всего	24

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Объем, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к устному опросу	Изучение лекционного материала и дополнительного теоретического материала с целью закрепления знаний по общей теории многомерных совокупностей [Л1.1]стр.86-113, [Л2.2] стр.25-34	4
2	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	Изучение лекционного материала и дополнительного теоретического материала с целью закрепления знаний по построению многомерных корреляционных связей [Л1.1]стр. 266-282,[Л2.2]стр.51-63	4
3	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическим занятиям	Изучение лекционного материала и дополнительного теоретического материала с целью закрепления знаний по теории множественной линейной регрессии [Л1.1]стр. 286-300,[Л2.2]стр.93-110	10
4	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	Изучение лекционного материала и дополнительного теоретического материала с целью закрепления знаний по теории нелинейной регрессии [Л1.1]стр. 436-453,[Л2.2]стр.114-118	4
5	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	Изучение лекционного материала и дополнительного теоретического материала с целью закрепления знаний по теории дисперсионного анализа [Л1.1]стр. 477-502	6
		Всего	28

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии, такие как лекций, практические занятия, самостоятельная работа, консультации. Кроме них используются: работа с пакетами прикладных программ,

работа в интерактивной образовательной среде LMS Moodle, компьютерное тестирование, индивидуальные задания и контроль их поэтапного выполнения.

При реализации дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе обучения используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru>.

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: устный опрос, защиты отчетов по практическим работам.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (экзамен) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится устно по билетам. На экзамен выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 2 теоретических задания и 1 задание практического характера.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Средний	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	хорошо	неудовлетворительно
			зачтено			зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать				
		терминологию общей теории статистики, основные источники статистической информации	В полном объеме знает терминологию общей теории статистики, основные источники статистической информации	Достаточно полно знает терминологию общей теории статистики и основные источники статистической информации, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований

		основы описания структуры сложных объектов многомерными статистическими совокупностями	В полном объеме знает основы описания структуры сложных объектов многомерным и статистически совокупностями	Достаточно полно знает основы описания структуры сложных объектов многомерным и статистически совокупностями, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
		принципы и методы организации сбора статистических данных	В полном объеме знает принципы и методы организации сбора статистических данных	Достаточно полно знает принципы и методы организации сбора статистических данных, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
Уметь						
		решать практические задачи по подготовке многомерных выборок составлению матриц наблюдений	Уверенно показывает умения решать практические задачи по подготовке многомерных выборок и составлению матриц наблюдений	Показывает все основные умения решать практические задачи по подготовке многомерных выборок и составлению матриц наблюдений, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при решении практических задач по подготовке многомерных выборок и составлению матриц наблюдений	Не умеет решать практические задачи по подготовке многомерных выборок и составлению матриц наблюдений
		составлять план статистического исследования для получения теоретических зависимостей на основе экспериментальных данных	Уверенно показывает умения составлять план статистического исследования для получения теоретических	Показывает все основные умения составлять план статистического исследования для получения теоретически	Допускает много недочетов при составлении плана статистического исследования для получения теоретически	Не умеет составлять план статистического исследования для получения теоретических зависимостей на основе экспериментальных данных

		зависимостей на основе экспериментальных данных	зависимостей на основе экспериментальных данных, допускает мелкие недочеты	зависимостей на основе экспериментальных данных	
	Владеть				
	навыками построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей	В полном объеме владеет навыками построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей	Демонстрирует базовые навыки построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей, допускает некоторые недочеты	Имеет минимальные навыки построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют базовые навыки построения многофакторных статистических совокупностей исходных данных для анализа общих статистических показателей, допускает грубые ошибки
ПК-1.2	Знать				
	методы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей	Демонстрирует уверенное знание методов статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей	Достаточно полно знает методы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
	методы статистического моделирования и прогнозирования	Демонстрирует уверенное знание методов статистического моделирования и прогнозирования	Достаточно полно знает методы статистического моделирования и прогнозирования, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
	методы многомерного	Демонстрирует уверенное	Достаточно полно знает	Уровень знаний по	Уровень знаний ниже

	корреляционного, регрессионного, трендового анализа	знание методов методов многомерного корреляционного, регрессионного, трендового анализа	методы многомерного корреляционного, регрессионного, трендового анализа, допускает мелкие неточности	теме минимальный	минимальных требований
Уметь					
	проводить расчёты статистических оценок параметров генеральной совокупности	Уверенно показывает умения проводить расчёты статистических оценок параметров генеральной совокупности	Показывает все основные умения проводить расчёты статистических оценок параметров генеральной совокупности, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при проведении расчетов статистических оценок параметров генеральной совокупности	Не умеет проводить расчёты статистических оценок параметров генеральной совокупности
	применять методы многомерного корреляционно-регрессионного анализа для исследования реальных статистических данных	Уверенно показывает умения применять методы многомерного корреляционно-регрессионного анализа для исследования реальных статистических данных	Показывает все основные умения применять методы многомерного корреляционно-регрессионного анализа для исследования реальных статистических данных, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при применении методов многомерного корреляционно-регрессионного анализа для исследования реальных статистических данных	Не умеет применять методы многомерного корреляционно-регрессионного анализа для исследования реальных статистических данных
Владеть					
	методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей	В полном объеме владеет методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей	Демонстрирует владение методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей, допускает	Владеет на минимальном уровне методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей,	Не владеет методами проведения статистического анализа на основе корреляционных, регрессионных моделей, имеют место грубые

				некоторые недочеты	допускает некоторые недочеты	ошибки
		навыками применения инструментов многомерного статистического анализа данных	В полном объеме владеет навыками применения инструментов многомерного статистического анализа данных	Демонстрирует все основные навыки применения инструментов многомерного статистического анализа данных, допускает некоторые недочеты	Демонстрирует минимальные навыки применения инструментов многомерного статистического анализа данных, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют базовые навыки применения инструментов многомерного статистического анализа данных, имеют место грубые ошибки
ПК-4	ПК-4.1	Знать				
		основы построения вероятностно-статистических моделей для прогноза развития экономических процессов	Демонстрирует уверенное знание основ построения вероятностно-статистических моделей для прогноза развития экономических процессов	Достаточно полно знает основы построения вероятностно-статистических моделей для прогноза развития экономических процессов, допускает некоторые недочеты	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
		принципы построения и взаимосвязей статистических показателей	Демонстрирует уверенное знание принципов построения и взаимосвязей статистических показателей	Достаточно полно знает принципы построения и взаимосвязей статистических показателей, допускает некоторые недочеты	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
		методы построения многомерных корреляционных и регрессионных моделей	Демонстрирует уверенное знание методов построения многомерных корреляционных и регрессионных моделей	Достаточно полно знает методы построения многомерных корреляционных и регрессионных моделей, допускает некоторые недочеты	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
	Уметь					

		использовать многомерные статистические модели для анализа различных статистических выборок	Уверенно показывает умения использовать многомерные статистические модели для анализа различных статистических выборок	Показывает все основные умения использовать многомерные статистические модели для анализа различных статистических выборок, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при использовании многомерных статистических моделей для анализа различных статистических выборок	Не умеет использовать многомерные статистические модели для анализа различных статистических выборок
		использовать статистические методы для обработки, анализа и систематизации информации	Уверенно показывает умения использовать статистические методы для обработки, анализа и систематизации информации	Показывает все основные умения использовать статистические методы для обработки, анализа и систематизации информации, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при использовании статистических методов для обработки, анализа и систематизации информации	Не умеет использовать статистические методы для обработки, анализа и систематизации информации
Владеть						
		методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок	В полном объеме владеет методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок	Демонстрирует владение методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок, допускает некоторые недочеты	Владеет на минимальном уровне методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок, допускает некоторые недочеты	Не владеет методами статистической обработки экспериментальных данных, выявления и устранения прогрессирующих ошибок, имеют место грубые ошибки
		навыками использования основных моделей прогнозирования (корреляционного, регрессионного и трендового анализов)	В полном объеме владеет навыками использования основных моделей прогнозирования (корреляцион	Демонстрирует все основные навыки использования основных моделей прогнозирования (корреляцион	Демонстрирует минимальные навыки использования основных моделей прогнозирования (корреляцион	Отсутствуют базовые навыки использования основных моделей прогнозирования (корреляцион

			ного, регрессионного и трендового анализ))	ного, регрессионного и трендового анализ), допускает некоторые недочеты	ного, регрессионного и трендового анализ), допускает некоторые недочеты	регрессионного и трендового анализ), имеют место грубые ошибки
ПК-4.2	Знать					
	способы описания многомерных выборочных данных, основные свойства многомерных выборочных характеристик	Демонстрирует уверенное знание способов описания многомерных выборочных данных, основные свойства многомерных выборочных характеристик	Достаточно полно знает способы описания многомерных выборочных данных, основные свойства многомерных выборочных характеристик, допускает некоторые недочеты	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований	
	основные принципы и этапы статистического прогнозирования	Демонстрирует уверенное знание основных принципов и этапов статистического прогнозирования	Достаточно полно знает основные принципы и этапы статистического прогнозирования, допускает некоторые недочеты	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований	
	Уметь					
	применять методики и алгоритмы многомерных исследований	Уверенно показывает умения применять методики и алгоритмы многомерных исследований	Показывает все основные умения применять методики и алгоритмы многомерных исследований, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при применении методики и алгоритмы многомерных исследований	Не умеет применять методики и алгоритмы многомерных исследований	
	использовать алгоритмы многомерного корреляционно-регрессионного анализа при моделировании	Уверенно показывает умения использовать алгоритмы многомерного корреляционн	Показывает все основные умения использовать алгоритмы многомерного корреляционн	Допускает много недочетов при использовании алгоритмов многомерного корреляционн	Не умеет использовать алгоритмы многомерного корреляционн	регрессионног

		практических задач	о-регрессионного анализа при моделировании и практических задач	о-регрессионного анализа при моделировании и практических задач, допускает мелкие недочеты	о-регрессионного анализа при моделировании и практических задач	о анализа при моделировании и практических задач
Владеть						
		навыками разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации	В полном объеме владеет навыками разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации	Демонстрирует все основные навыки разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации, допускает некоторые недочеты	Демонстрирует минимальные навыки разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют минимальные навыки разработки алгоритмов систематизации и обработки статистической информации, имеют место грубые ошибки
		навыками применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи	В полном объеме владеет навыками применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи	Демонстрирует все основные навыки применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи, допускает некоторые недочеты	Демонстрирует минимальные навыки применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют минимальные навыки применения алгоритмов многомерных статистических методов для решения конкретной задачи, имеют место грубые ошибки
		навыками интерпретации полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов	В полном объеме владеет навыками интерпретации и полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов	Демонстрирует все основные навыки интерпретации и полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов, допускает некоторые недочеты	Демонстрирует минимальные навыки интерпретации и полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют минимальные навыки интерпретации и полученных в процессе многомерного статистического анализа результатов, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Ильшев А. М., Шубарт О. М.	Общая теория статистик и	учебное пособие	М.: Кнорус	2016	https://www.book.ru/book/920703	
2	Чураков Е. П.	Введение в многомерные статистические методы	учебное пособие	СПб.: Лань	2016	https://e.lanbook.com/book/87598	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Буховец А. Г., Москалев П. В.	Алгоритмы вычислительной статистики в системе R	учебное пособие	СПб.: Лань	2015	https://e.lanbook.com/book/68459	
2	Воскобойников Ю. Е.	Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели	учебное пособие	СПб.: Лань	2016	https://e.lanbook.com/book/87571	

3	Воскобойников Ю. Е.	Эконометрика в Excel. Модели временных рядов	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	https://e.lanbook.com/book/107923	
---	---------------------	----------------------------------------------	-----------------	------------	------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
2	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru	http://pravo.gov.ru
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	http://consultant.ru
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	http://garant.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	http://www.rsl.ru
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	http://www.zbmath.org
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	http://link.springer.com
5	Образовательный портал	http://www.uceba.com	http://www.uceba.com

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-	Свободная лицензия Неискл.

		взаимодействия преподавателя и студента	право. Бессрочно
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд", №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
6	Windows 10	Пользовательская операционная система	ООО "Софтлайн трейд" № Тг096148 от 29.09.2020, неискл. право, срок действия лицензии - до 14.09.2021
7	Windows 7 Профессиональная (сертифицированная ФСТЭК)	Пользовательская операционная система	ЗАО "ТаксНет-Сервис" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором, проектор, экран интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
4	Промежуточная аттестация	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации	интерактивная доска, моноблок (25 шт.).
3	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), проектор, экран

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания

технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____
2. _____
3. _____

*Указываются номера страниц, на которых внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав.кафедрой _____

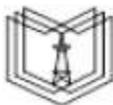
Смирнов Ю.Н,

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам.директора по УМР _____ / _____

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Цифровых технологий и
экономики

_____ Торкунова Ю.В.

«__» _____ 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по дисциплине

Корреляционный, регрессионный и трендовый анализ данных

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Квалификация

бакалавр

Г.Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Корреляционный, регрессионный и трендовый анализ данных» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен использовать инструменты и методы моделирования бизнес-процессов

ПК-1.1 Анализирует исходные данные бизнес- процессов заказчика.

ПК-1.2 Применяет инструменты и методы моделирования бизнес- процессов.

ПК-4 Способен формализовывать задачи информационной системы.

ПК-4.1 Использует математические модели, методы решения аналитических задач информационной системы.

ПК-4.2 Разрабатывает алгоритмы решения задач информационной системы.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: практическое задание, экзамен.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 7

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение теоретического материала	УО	ПК-1.1 ПК-4.1	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	
2	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	ПЗ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2	менее 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	
3	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	ПЗ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2	менее 9	9 - 15	15 - 21	21 - 27	
4	Изучение	ПЗ	ПК-1.1	менее 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	

	теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию		ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2				
5	Изучение теоретического материала, подготовка отчета по практическому занятию	ПЗ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2	менее 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9
Итого				менее 21	30-34	35-47	48-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Экзаменационные билеты	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2	менее 25	25-29	30-34	35-40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания для решения практических задач; содержит четкий алгоритм действий	Перечень индивидуальных заданий
Устный опрос (УО)	Средство контроля, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу	Вопросы по разделу дисциплины
Экзамен (Э)	Средство контроля усвоения учебного материала дисциплины	Вопросы по разделам дисциплины, комплект задач

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Устный опрос по разделу 1 «Общая теория многомерных распределений»
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Оценочный материал содержит 15 вопросов по разделу</p> <p><i>Примеры вопросов по разделу дисциплины</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Многомерное нормальное распределение. Определение многомерного нормального распределение через произведение одномерных плотностей. 2. Свойства многомерных нормальных случайных величин. 3. Обобщенные математическое ожидание и дисперсия. 4. Выборочные матрицы ковариаций, корреляций. 5. Проверка гипотезы о равенстве вектора средних постоянному вектору. 6. Функция отношения правдоподобия.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке устного опроса учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знание материала 2. Последовательность изложения 3. Владение речью и терминологией 4. Применение конкретных примеров <p>Шкала оценивания:</p> <p><i>Высокий уровень:</i></p> <p>- содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины. содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано, материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии, показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 6 баллов;</p> <p><i>Средний уровень:</i></p> <p>- содержание материала раскрыто достаточно полно, показано общее понимание вопроса, последовательность изложения материала достаточно продумана, приведение примеров с незначительными ошибками – 5 баллов;</p> <p><i>Ниже среднего уровень:</i></p> <p>- содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала, последовательность изложения материала недостаточно продумана, приведение примеров вызывает затруднение – 3 баллов;</p> <p><i>Низкий уровень:</i></p> <p>- не раскрыто основное содержание учебного материала, путаница в изложении материала, допущены ошибки в определении понятий, неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов.</p>

	Максимальное количество баллов - 6
Наименование оценочного средства	Отчет по практическому занятию по разделу 2 «Корреляционный анализ»
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Практическая работа включает:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) план работы 2) краткие теоретические сведения по теме 3) примеры программ 4) методику выполнения и задания для самостоятельной работы 5) выполнение задания путем написания кода программы на R и последующего оформления отчета о выполненной работе 6) контрольные вопросы <p>Практическое занятие по теме «Проведение корреляционного анализа выборки данных и проверка значимости результатов»</p> <p><i>Примеры заданий</i> Задание 1. Вариант 1. По корреляционной матрице</p> $\hat{R}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0.08 & -0.34 \\ 0.08 & 1 & 0.77 \\ -0.34 & 0.77 & 1 \end{bmatrix}$ <p>получить оценку частного коэффициента корреляции $r_{23/1}$.</p>

Вариант 2. По корреляционной матрице

$$\hat{R}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0.08 & -0.34 \\ 0.08 & 1 & 0.77 \\ -0.34 & 0.77 & 1 \end{bmatrix}$$

получить оценку множественного коэффициента корреляции $r_{3/12}$.

Задание 2.

Вариант 1.

На основе выборки объемом в 38 ед. из двумерной генеральной совокупности были получены выборочные характеристики: $b_{xy}=1.8$; $S_x^2=9$; $S_y^2=36$. Проверить значимость генерального коэффициента корреляции с $\alpha=0.1$.

Вариант 2.

На основании 30 выборочных данных о выручке (y) и массе реализованной продукции (x) выявлено, что выборочная доля дисперсии выручки, вызванная вариацией массы реализованной продукции, составила 89%. При уровне значимости 0.05 проверить значимость коэффициента корреляции.

Задание 3. На основе наблюдений $n=20$ объектов, каждый из которых характеризуется $k=3$ признаками, оценить числовые характеристики вектора признаков, включая частные и множественные коэффициенты корреляции. Исходя из предположения о нормальном характере распределения X, исследовать полученные оценки.

Вариант 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X ₁	73	69	72	72	65	67	56	70	63	64	70	67	60	63	80	71	74	68	65	73
X ₂	48	40	52	50	39	49	38	47	41	50	52	36	55	43	45	56	45	55	63	47
X ₃	99	83	106	107	79	100	80	96	98	97	92	90	75	82	96	86	98	97	99	88

Вариант 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X ₁	31	28	23	25	25	25	27	31	25	30	28	31	30	28	26	27	25	30	23	28
X ₂	48	40	52	50	39	49	38	47	41	50	52	36	55	43	45	56	45	55	63	47
X ₃	68	47	40	35	60	37	41	40	54	53	50	44	48	54	56	43	52	39	43	55

**Критерии
оценки и
шкала
оценивания
в баллах**

При оценке отчетов по практическим занятиям учитываются следующие критерии:

1. Знание теоретического материала
2. Выполнение самостоятельных заданий
3. Отчет о выполненной работе
4. Ответы на контрольные вопросы

Шкала оценивания

Высокий уровень знаний

- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания в соответствии с

	<p>требованиями, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 9 баллов.</p> <p><i>Средний уровень знаний:</i></p> <p>- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении заданий - 7 баллов.</p> <p><i>Ниже среднего уровня:</i></p> <p>Выполнено не все, но более 50% заданий, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 5 баллов.</p> <p><i>Низкий уровень:</i></p> <p>- выполнено менее 50% заданий, отчет о выполнении работы не предоставлен – 0 баллов</p> <p>Максимальное количество баллов – 9.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Наименование оценочного средства	Отчет по практическому занятию по разделу 3 «Регрессионный анализ»
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Практическая работа включает:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) план работы 2) краткие теоретические сведения по теме 3) примеры программ 4) методику выполнения и задания для самостоятельной работы 5) выполнение задания путем написания кода программы на R и последующего оформления отчета о выполненной работе 6) контрольные вопросы <p>Практическое занятие по теме «Построение множественной линейной регрессии, оценка качества модели»</p> <p><i>Пример заданий</i></p> <p>Задание 1. В таблице заданы значения наблюдений x_i и y_t.</p> <p>Вариант 1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>t</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>x_i</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>15</td> <td>6</td> <td>17</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>7</td> <td>11</td> </tr> </table>	t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x_i	9	11	15	6	17	13	14	16	7	11
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
x_i	9	11	15	6	17	13	14	16	7	11													

y_t	31	31	35	28	33	31	34	34	28	31
-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Вариант 2

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_t	14	18	16	8	19	6	16	13	8	6
y_t	110	136	125	84	140	77	120	100	84	75

Предполагается, что зависимую переменную y и независимую x связывает линейное регрессионное уравнение $y_t = a + b \cdot x_t + \varepsilon_t$,

где a и b неизвестные параметры уравнения, ε_t – случайные отклонения.

1. Постройте диаграмму рассеяния наблюдений и визуально проверьте гипотезу о возможной линейной зависимости между x и y ;
2. По методу наименьших квадратов (МНК) определите оценки параметров a и b линейной регрессионной модели;
3. На диаграмме рассеяния постройте график прогнозных значений $\hat{y}_t = \hat{a} + \hat{b} \cdot x_t$, где \hat{a} - оценка параметра a , а \hat{b} - оценка параметра b .
4. Вычислите оценку дисперсии остатков. Оцените дисперсию \hat{a} и \hat{b} ;
5. С уровнем значимости 0,05 проверьте гипотезу $a=100$ и гипотезу $b=0$.
6. Постройте 95% доверительные интервалы для параметров a и b .
7. Определите коэффициент детерминации R^2 , качественно оцените тесноту связи между x и y ;
8. Вычислите дисперсионное отношение F , с уровнем значимости 0,05 проверьте гипотезу о наличии связи между x и y ;
9. Определите прогнозное значение \hat{y}_{11} при $x_{11} = N$, где N – номер Вашего варианта. Постройте 95% доверительный интервал для найденного прогнозного значения.
10. Оцените с помощью эластичности силу влияния фактора на результат в точке x_{11} .

Задание 2. К наблюдениям x_t и y_t из Задания 1 добавляются значения $z_t = \sqrt{x_t}$. Предполагается, что зависимую переменную y и факторы связывает уравнение множественной линейной регрессии

$$y_t = a + b \cdot x_t + c \cdot z_t + \varepsilon_t,$$

где a , b и c неизвестные параметры уравнения, ε_t – случайные отклонения.

1. Определите МНК оценки параметров уравнения.
2. С уровнем значимости 0,05 проверьте гипотезу $b=0$ (о влиянии фактора x на результат) и $c=0$ (о влиянии фактора z на результат).
3. Определите коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации.
4. По критерию Фишера F с уровнем значимости 0,05 оцените качество модели в целом

5. Составьте корреляционную таблицу наблюдений и вычислите частные коэффициенты корреляции.

Практическое занятие по теме «Построение нелинейной регрессии, оценка качества модели»

Пример задания

В таблице заданы значения наблюдений x_t и y_t .

Вариант 1

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_t	9	11	15	6	17	13	14	16	7	11
y_t	31	31	35	28	33	31	34	34	28	31

Вариант 2

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_t	14	18	16	8	19	6	16	13	8	6
y_t	110	136	125	84	140	77	120	100	84	75

Предполагается, что зависимую переменную y и независимую x связывает нелинейное регрессионное уравнение:

Вариант 1

$$y_t = a + b \cdot \frac{1}{x_t} + \varepsilon_t$$

Вариант 2

$$y_t = a \cdot e^{b \cdot x_t} \cdot \varepsilon_t$$

1. Проведите линеаризацию модели, определите оценки параметров нелинейной модели.
2. Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации и дисперсионного отношения F .
3. Определите прогнозное значение \hat{y}_{11} при $x_{11} = N$, где N – номер Вашего варианта. Постройте 95% доверительный интервал для прогноза.
4. Оцените с помощью эластичности силу влияния фактора на результат в точке x_{11} .
5. На диаграмме рассеяния постройте график прогнозных значений. Определите сумму квадратов отклонений наблюдений от нелинейного прогноза.

Практическое занятие по теме «Системы регрессионных уравнений»

Пример задания

Представлены структурная система эконометрических уравнений, приведенная система

уравнений и данные наблюдений:

Вариант 1:

Структурная система:

$$y_{t1} = b_{10} + b_{12}y_{t2} + \varepsilon_{t1}$$

$$y_{t2} = b_{20} + b_{21}y_{t1} + b_{23}y_{t3} + a_{23}x_{t3} + \varepsilon_{t2}$$

$$y_{t3} = b_{30} + b_{31}y_{t1} + a_{31}x_{t1} + a_{32}x_{t2} + \varepsilon_{t3}.$$

Приведенная система:

$$\hat{y}_{t1} = 2 - x_{t1} + 3x_{t2} - x_{t3}$$

$$\hat{y}_{t2} = -1 + 2x_{t1} - 2x_{t2} + x_{t3}$$

$$\hat{y}_{t3} = 5 + 2x_{t1} - 4x_{t2} + 3x_{t3}$$

Данные наблюдений:

t	y _{t1}	y _{t2}	y _{t3}	x _{t1}	x _{t2}	x _{t3}
1	14	-8	-5	1	5	3
2	6	0	3	2	3	2
3	20	-7	-8	4	8	3
4	-5	14	23	6	2	5
5	6	2	14	2	4	7

Вариант 2:

Структурная система:

$$y_{t1} = b_{10} + b_{12}y_{t2} + b_{13}y_{t3} + a_{13}x_{t3} + \varepsilon_{t1}$$

$$y_{t2} = b_{20} + b_{21}y_{t1} + \varepsilon_{t2}$$

$$y_{t3} = b_{30} + b_{31}y_{t1} + a_{31}x_{t1} + a_{32}x_{t2} + \varepsilon_{t3}.$$

Приведенная система:

$$\hat{y}_{t1} = 5 + 3x_{t1} + 2x_{t2} + 5x_{t3}$$

$$\hat{y}_{t2} = 1 + 4x_{t1} - 2x_{t2} - 2x_{t3}$$

$$\hat{y}_{t3} = -1 - 3x_{t1} + x_{t2} + x_{t3}$$

Данные наблюдений:

t	y _{t1}	y _{t2}	y _{t3}	x _{t1}	x _{t2}	x _{t3}
1	26	-5	-1	1	1	3
2	19	4	-4	2	2	1
3	47	-4	-1	4	7	3
4	32	19	-16	6	3	1
5	48	-5	-1	3	4	5

1. Определите к какому типу относится каждое из уравнений структурной системы эконометрических уравнений (идентифицируемо, неидентифицируемо или сверхидентифицируемо).
2. Опираясь на данные наблюдений и построенную на их основе приведенную систему эконометрических уравнений, проведите идентификацию параметров структурной системы.

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p><i>При оценке отчетов по практическим занятиям учитываются следующие критерии:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знание теоретического материала 2. Выполнение самостоятельных заданий 3. Отчет о выполненной работе 4. Ответы на контрольные вопросы <p>Шкала оценивания</p> <p><i>Высокий уровень знаний</i></p> <p>- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 27 баллов.</p> <p><i>Средний уровень знаний:</i></p> <p>- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении заданий -21 баллов.</p> <p><i>Ниже среднего уровня:</i></p> <p>Выполнено не все, но более 50% заданий, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы - 15 баллов.</p> <p><i>Низкий уровень:</i></p> <p>- выполнено менее 50% заданий, отчет о выполнении работы не предоставлен – 0 баллов</p> <p>Максимальное количество баллов – 27.</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Отчет по практическому занятию по разделу 4 «Дисперсионный анализ»</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p><i>Практическая работа включает:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) план работы 2) краткие теоретические сведения по теме 3) примеры программ 4) методику выполнения и задания для самостоятельной работы 5) выполнение задания путем написания кода программы на R и последующего оформления отчета о выполненной работе 6) контрольные вопросы

Практическое занятие по теме «Дисперсионный анализ выборки исходных данных и проверка значимости полученных результатов»

Пример заданий

Задание 1

Предполагая, что фактор имеет случайные уровни, а значения результативного признака распределены нормально, требуется:

- а) проверить при $\alpha=0,05$ существенность влияния фактора на результативный признак;
- б) с надежностью $\gamma=0,99$ найти интервальную оценку остаточной дисперсии σ^2 ;

в) найти значение несмещенной оценки \hat{S}_z^2 дисперсии, обусловленной случайными уровнями фактора.

Предполагая, что фактор имеет фиксированные уровни, а значения результативного признака распределены нормально, требуется:

- а) проверить при $\alpha=0,01$ существенность влияния фактора на результативный признак;
- б) проверить при $\alpha=0,05$ существенность влияния фактора на втором и третьем уровнях на результативный признак;
- в) проверить при $\alpha=0,05$ гипотезу относительно равенства общей средней заданному номиналу.

Вариант 1. В процессе исследования влияния цены за единицу продукции на объем продаж (шт.) в месяц были получены следующие результаты:

Номер наблюдения	Цена за единицу продукции (руб.)			
	1000-1100	1100-1200	1200-1300	1300-1500
1	215	218	214	211
2	221	214	217	210
3	222	220	210	208
4	219	221		209
5		213		

Вариант 2. Дана таблица зависимости объема выручки (млн.руб.) от расходов на рекламу (тыс.руб.):

Номер исследования	Расходы на рекламу (тыс.руб.)			
	150-200	200-250	250-300	300-400
1	6,3	6,9	6,8	6,7
2	5,6	5,7	7,1	7,3
3	7,2	6,8	7,0	6,9
4	4,7		6,5	

Задание 2

По данным индивидуального задания при $\alpha=0.05$:

- а) проверить нулевую гипотезу об отсутствии влияния первого фактора на результативный признак;
- б) проверить нулевую гипотезу об отсутствии влияния второго фактора на результативный признак;
- в) проверить нулевую гипотезу об отсутствии совместного влияния факторов на результативный признак.

Вариант 1

	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	195	198	202
B ₂	196	201	203
B ₃	198	202	204

Вариант 2

	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	157	163	161
B ₂	160	165	158
B ₃	158	163	158

**Критерии
оценки и
шкала
оценивания
в баллах**

При оценке отчетов по практическим занятиям учитываются следующие критерии:

1. Знание теоретического материала
2. Выполнение самостоятельных заданий
3. Отчет о выполненной работе
4. Ответы на контрольные вопросы

Шкала оценивания

Высокий уровень знаний

- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы - **9** баллов.

Средний уровень знаний:

- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении заданий - **7** баллов.

	<p><i>Ниже среднего уровня:</i></p> <p>Выполнено не все, но более 50% заданий, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 5 баллов.</p> <p><i>Низкий уровень:</i></p> <p>- выполнено менее 50% заданий, отчет о выполнении работы не предоставлен – 0 баллов</p> <p>Максимальное количество баллов– 9</p>																																																																																																			
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Отчет по практическому занятию по разделу 5 «Трендовый анализ»</p>																																																																																																			
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p><i>Практическая работа включает:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) план работы 2) краткие теоретические сведения по теме 3) примеры программ 4) методику выполнения и задания для самостоятельной работы 5) выполнение задания путем написания кода программы на R и последующего оформления отчета о выполненной работе 6) контрольные вопросы <p>Практическое занятие по теме «Анализ временных рядов. Построение трендовой модели»</p> <p><i>Пример задания</i></p> <p>В таблице представлены наблюдения временного ряда</p> <p>Вариант 1</p> <table border="1" data-bbox="339 1664 1535 1921"> <tr><td><i>t</i></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><i>y_t</i></td><td>50</td><td>50</td><td>52</td><td>51</td><td>51</td><td>51</td><td>52</td><td>51</td><td>52</td><td>51</td></tr> <tr><td><i>t</i></td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td><i>y_t</i></td><td>51</td><td>52</td><td>52</td><td>54</td><td>52</td><td>53</td><td>53</td><td>51</td><td>51</td><td>50</td></tr> <tr><td><i>t</i></td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td></tr> <tr><td><i>y_t</i></td><td>50</td><td>51</td><td>54</td><td>54</td><td>53</td><td>53</td><td>53</td><td>53</td><td>53</td><td>54</td></tr> </table> <p>Вариант 2</p> <table border="1" data-bbox="339 1991 1535 2116"> <tr><td><i>t</i></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><i>y_t</i></td><td>100</td><td>100</td><td>101</td><td>104</td><td>104</td><td>103</td><td>103</td><td>103</td><td>103</td><td>103</td></tr> <tr><td><i>t</i></td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> </table>	<i>t</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<i>y_t</i>	50	50	52	51	51	51	52	51	52	51	<i>t</i>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	<i>y_t</i>	51	52	52	54	52	53	53	51	51	50	<i>t</i>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	<i>y_t</i>	50	51	54	54	53	53	53	53	53	54	<i>t</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<i>y_t</i>	100	100	101	104	104	103	103	103	103	103	<i>t</i>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>t</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																										
<i>y_t</i>	50	50	52	51	51	51	52	51	52	51																																																																																										
<i>t</i>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																										
<i>y_t</i>	51	52	52	54	52	53	53	51	51	50																																																																																										
<i>t</i>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																																																										
<i>y_t</i>	50	51	54	54	53	53	53	53	53	54																																																																																										
<i>t</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																										
<i>y_t</i>	100	100	101	104	104	103	103	103	103	103																																																																																										
<i>t</i>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																										

y_t	104	103	102	102	101	102	102	104	104	103
t	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y_t	103	102	102	103	104	104	107	105	106	104

1. Постройте диаграмму наблюдений временного ряда. Определите для него линейный тренд. Вычислите отклонения наблюдений от тренда (остатки регрессии). Установите, является ли данный тренд значимым.
2. Определите и постройте выборочную автокорреляционную функцию остатков (r_i для $i=1,2,\dots,5$). Установите пиковое значение автокорреляционной функции. Постройте соответствующую найденному пиковому значению модель временного ряда с корреляцией остатков. Оцените качество построенной модели.
3. С помощью построенной модели сделайте прогноз для следующих за тридцатым пяти наблюдений временного ряда.

**Критерии
оценки и
шкала
оценивания
в баллах**

При оценке отчетов по практическим занятиям учитываются следующие критерии:

1. Знание теоретического материала
2. Выполнение самостоятельных заданий
3. Отчет о выполненной работе
4. Ответы на контрольные вопросы

Шкала оценивания

Высокий уровень знаний

- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы - **9** баллов.

Средний уровень знаний:

- теоретический материал знает, правильно выполнены все задания, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении заданий - **7** баллов.

Ниже среднего уровня:

Выполнено не все, но более 50% заданий, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы - **5** баллов.

Низкий уровень:

- выполнено менее 50% заданий, отчет о выполнении работы не предоставлен – **0** баллов

Максимальное количество баллов – **9**

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов. Билет содержит два вопроса по теоретическому материалу и задание практического характера для проверки практических умений. Всего 25 экзаменационных билетов.</p> <p>Примеры экзаменационных билетов:</p> <p>Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проверка гипотезы о равенстве матриц ковариации. Функция отношения правдоподобия. 2. Статистическая проверка надежности коэффициентов в регрессионной модели. Если фактическое значение t-критерия для коэффициента регрессии b составляет 8,2, то какой вывод можно сделать? 3. По выборке из 10 наблюдений были получены следующие результаты: $\sum Y_i = 60$ $\sum X_i = 100$ $\sum X_i Y_i = 680$ $\sum Y_i^2 = 460$ $\sum X_i^2 = 1070$. <p>Определить параметры уравнения линейной регрессии, сделать выводы.</p> <p>Билет № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычисление ошибок прогноза. Оценка адекватности выбранного метода прогнозирования. 2. Нелинейная регрессия. Провести линеаризацию функции $y = ax^b$. 3. Найдена точечная оценка множественного коэффициента корреляции $r_{1/32} = -0.9$. При уровне значимости $\alpha = 0.05$ проверить его значимость при $n_{ij}, j = 3, i = 8$.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Число баллов, которое может получить обучающийся за экзамен, составляет от 20 до 40.</p> <p>При выставлении баллов за ответы на вопросы и задание в билете учитываются следующие критерии:</p> <p>При выставлении баллов за ответы на вопросы учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знание понятий, категорий 2. Владение методами и технологиями, запланированными в РПД 3. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы

5. Логичность и последовательность ответа

Высокий уровень:

- ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа – **30** баллов.

Средний уровень:

- ответ показывает хорошие знания основных процессов изучаемой предметной области; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускаются незначительные неточности в ответе – **25** балла.

Ниже среднего уровень:

-ответ не полный, с недостаточной глубиной и полнотой раскрытия – **20** баллов.

Низкий уровень:

Ответ показывает минимально допустимый уровень знаний, имеет место много ошибок при ответе на вопросы–**10** баллов.

Ответы на вопросы не раскрыты – **0** баллов

При выставлении баллов за задание в билете учитываются правильность выполнения практического задания.

Высокий уровень:

- задание выполнено полностью – **10** баллов

Средний уровень:

- задание выполнено с незначительными ошибками – **8** баллов

Ниже среднего уровень:

- задание выполнено на 50% – **5** баллов

Низкий уровень:

- много ошибок – **2** балла

	<p>Не выполнено – 0 баллов</p>
--	---------------------------------------

Максимальное количество баллов за экзамен – 40.