



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.О.25 Эконометрика**

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Системы искусственного интеллекта
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели:

- овладение совокупностью математических методов, используемых для количественной оценки экономических явлений и процессов;
- подготовка к прикладным исследованиям в области экономики;
- овладение математическим аппаратом, позволяющим анализировать, моделировать и решать прикладные экономические задачи;
- развитие у обучающихся логического и алгоритмического мышления;
- привитие им навыков самостоятельного изучения научной и справочной литературы.

Задачи:

- научить студентов различным способам выражения связей и закономерностей через эконометрические модели, основанные на данных статистических наблюдений;
- изучение пространственных и временных эконометрических моделей, описывающих поведение экономических агентов;
- знакомство с современными эконометрическими пакетами прикладных программ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина Б1.О.25 Эконометрика относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: математический анализ, алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, информатика и программирование.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: моделирование систем и процессов, при проведении научно-исследовательских работ, связанных с обработкой статистических данных, при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные этапы проведения эконометрического исследования;
- основные типы эконометрических данных;
- основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей;

- методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей, основные методы диагностики эконометрических моделей;
- особенности анализа временных рядов.

уметь:

- применять стандартные методы построения эконометрических моделей;
- обрабатывать статистическую информацию и получать статистически обоснованные выводы;
- делать содержательные выводы из результатов эконометрического моделирования.

владеть:

- основными принципами и методами обработки статистических данных;
- навыками работы в основных статистических пакетах;
- навыками интерпретации основных результатов оценки моделей.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных ед., 108 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самост. работа	
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Предмет эконометрики. Эконометрические модели и особенности их построения. Основные статистические пакеты, применяемые для оценки эконометрических моделей		2				
Теория статистического вывода		10	4	4	6	РГР №1 РГР №2 РГР №3 Итоговая контрольная работа
Дисперсионный анализ		2	2	2	4	Практическая работа
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной		4	2	4	4	Практическая работа
Множественная линейная регрессия		6	4	4	6	Практическая работа Итоговая контрольная работа
Фиктивные (dummy) переменные		2	2	1		Устный опрос
Нарушение предпосылок МНК		2	2	1		Устный опрос
Системы одновременных уравнений		2		1		Устный опрос

Введение в анализ временных рядов		6	2	1	8	Защита реферата
Итого (6 семестр):		36	18	18	28	зач.с оц.

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Теория статистического вывода	Расчетно-графическая работа 1,2,3 Подготовка к итоговой контрольной работе	2-8 неделя	6	Защита РГР Итоговая контрольная работа	<a href="https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292">https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292</a>
Дисперсионный анализ	Расчетно-графическая работа	9-10 неделя	4	Защита РГР	<a href="https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292">https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292</a>
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной	Практическая работа	11—12 неделя	4	Защита практической работы	<a href="https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292">https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292</a>
Множественная линейная регрессия	Практическая работа Подготовка к итоговой контрольной работе	14-15 неделя	6	Защита практической работы Итоговая контрольная работа	<a href="https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292">https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292</a>
Введение в анализ временных рядов	Реферат	16 – 18 неделя	8	Защита реферата	<a href="https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292">https://educa.isu.ru/course/view.php?id=42292</a>
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			28		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

#### 4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Предмет эконометрики. Эконометрические модели и особенности их построения. Основные статистические пакеты, применяемые для оценки эконометрических моделей  
Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования. Математическая и эконометрическая модель. Три типа экономических данных: временные ряды, перекрестные (cross-section) данные, панельные данные.

Тема 2. Теория статистического вывода  
Введение в статистические выводы. Задачи описательной статистики. Процедуры статистического оценивания неизвестных параметров распределения. Точечные оценки и их свойства: несмещенность, состоятельность, эффективность. Интервальное оценивание. Проверка статистических гипотез.

Тема 3. Дисперсионный анализ  
Дисперсионный анализ. Коэффициент детерминации и его свойства.

Тема 4. Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной  
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам. Метод наименьших квадратов (МНК). Статистические свойства МНК-оценок параметров парной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова.

Метод максимального правдоподобия.

Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и его следствия. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест). Проверка адекватности регрессии (F-тест). Прогнозирование по регрессионной модели и его точность. Доверительный интервал для прогнозных значений. Зависимость точности от горизонта прогноза.

Особенности представления результатов регрессионного анализа в одном из основных программных пакетов (например, в Excel).

Тема 5. Множественная линейная регрессия

Проверка значимости коэффициентов и адекватности регрессии для множественной линейной регрессионной модели. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Связь между коэффициентом множественной детерминации и F-отношением

Тема 6. Фиктивные (dummy) переменные

Использование качественных объясняющих переменных. Фиктивные (dummy) переменные в множественной линейной регрессии. Сравнение двух регрессий с помощью фиктивных переменных и теста Чау (Chow). Анализ сезонности с помощью фиктивных переменных

Тема 7. Нарушение предпосылок МНК

Идеальная и практическая мультиколлинеарность (квазимультиколлинеарность). Методы борьбы с мультиколлинеарностью. Последствия гетероскедастичности для оценок коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов и проверки статистических гипотез. Тесты Парка (Park), Глейзера (Glejser), Голдфелда-Квандта (Goldfeld-Quandt), Бройша-Пагана (Breusch-Pagan). Понятие об автокорреляции случайной составляющей.

Тема 8. Системы одновременных уравнений

Тема 9. Введение в анализ временных рядов

Стационарные и нестационарные временные ряды. Понятие о коинтеграции временных рядов. Двухшаговая процедура Грэйнджера-Энгла по проверке коинтеграции двух временных рядов. Модель коррекции ошибками для нестационарных коинтегрированных переменных.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
--------------	-------------	--------------------	-------------------------

Теория статистического вывода	8	Защита РГР Итоговая контрольная работа	ОПК-1 ОПК- 3
Дисперсионный анализ	4	Защита РГР	ОПК-1 ОПК- 3
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной	6	Защита практической работы	ОПК-1 ОПК- 3
Множественная линейная регрессия	8	Защита практической работы Итоговая контрольная работа	ОПК-1 ОПК- 3
Фиктивные (dummy) переменные	3	Устный опрос	ОПК-1 ОПК- 3
Нарушение предпосылок МНК	3	Устный опрос	ОПК-1 ОПК- 3
Системы одновременных уравнений	1	Устный опрос	ОПК-1 ОПК- 3
Введение в анализ временных рядов	3	Защита реферата	ОПК-1 ОПК- 3

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Теория статистического вывода	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям. Подготовка к итоговой контрольной работе	ОПК-1 ОПК- 3
Дисперсионный анализ	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям. Выполнение практической работы	ОПК-1 ОПК- 3
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям. Выполнение практической работы	ОПК-1 ОПК- 3
Множественная линейная регрессия	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям. Выполнение практической работы Подготовка к итоговой контрольной работе	ОПК-1 ОПК- 3
Введение в анализ временных рядов	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям. Подготовка реферата	ОПК-1 ОПК- 3

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

– закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое

мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Эконометрика [Текст]: учеб. для студ. вузов / И. И. Елисеева [и др.]; Ред. И. И. Елисеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2007. - 575 с.: ил.; 21 см. - Предм. указ.: с. 571-575. - ISBN 978-5-279-02786-6: 47 экз.+
2. Практикум по эконометрике [Текст] : учеб. пособие для экон. вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; Ред. И. И. Елисеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 344 с.: ил.; 21 см + 1 CD-ROM. - ISBN 5-279-02785-5 49 экз.+
3. Айвазян С. А. Методы эконометрики: учебник / С.А. Айвазян – М. : Магистр : ИНФРА-М, 2015. – 506 с. – 15 экз. +



4. Эконометрика. [Электронный ресурс]: учебник для магистров/ И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 453с. - Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех» - Неограниченный доступ. – ISBN 978-5-9916-1930-11

б) дополнительная литература:

1. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R [Электронный ресурс] / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. - Москва: Лань", 2015. – 148. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ.+

2. Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели [Электронный ресурс] / Ю. Е. Воскобойников. - Москва: Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ.+

3. ЭКОНОМЕТРИКА [Электронный ресурс] : учебник и практикум / Мардас А.Н. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 180 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-8164-3

4. Вакуленко, Е. С. Эконометрика (продвинутый курс). Применение пакета Stata : учебное пособие для вузов / Е. С. Вакуленко, Т. А. Ратникова, К. К. Фурманов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12244-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476410>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. НБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>

1) ЭБС «Юрайт»

2) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3) Образовательный портал ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование**

ЭТОТ РАЗДЕЛ НЕ ЗАПОЛНЯТЬ

### **6.2. Программное обеспечение**

Статистический пакет Excel

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **7.1. Оценочные средства текущего контроля**

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
--------------	---------------------	----------------------------

Расчетно-графическая работа	Теория статистического вывода Дисперсионный анализ	ОПК-1 ОПК- 3
Контрольная работа	Теория статистического вывода Регрессионные модели	ОПК-1 ОПК- 3
Практическая работа	Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной Множественная линейная регрессия	ОПК-1 ОПК- 3
Устный опрос	Фиктивные (dummy) переменные Нарушение предпосылок МНК Системы одновременных уравнений	ОПК-1 ОПК- 3
Реферат	Введение в анализ временных рядов	ОПК-1 ОПК- 3

## Примеры оценочных средств текущего контроля

### 1. Расчетно-графическая работа

#### Теория статистического вывода.

##### Расчетно-графическая работа 1. Описательная статистика

1. Провести эксперимент, записать результаты наблюдений в порядке их регистрации.
2. Записать выборку в виде вариационного и статистического рядов.
3. Представить выборку в виде таблицы частот.
4. Построить гистограмму и полигон частот.
5. Построить график эмпирической функции распределения.
6. Вычислить моду, медиану, среднее и дисперсию,  $k$ -ты асимметрии и эксцесса для группированной выборки.
7. Проанализировать полученные результаты.

##### Расчетно-графическая работа 2. Статистическое оценивание

1. Выписать несмещенные и состоятельные оценки математического ожидания и дисперсии, изучаемой с.в.  $X$ .
2. Построить интервальные оценки неизвестных числовых характеристик изучаемой с.в.  $X$ .
3. Пусть случайная величина  $X$  равномерно распределена на отрезке  $[0, \theta]$ . Найти методом моментов оценку параметра  $\theta$ .
4. Найти методом максимального правдоподобия по выборке объема  $n$  точечные оценки параметров  $a$  и  $\sigma^2$  нормального распределения и исследовать их свойства.

##### Расчетно-графическая работа 3. Проверка статистических гипотез.

1. Проверить гипотезы:
  - а)  $H_0: a = a_0$ , где  $a_0 = \bar{x} + 0,5s$ ;  
 $H_1: a > a_0$ .
  - б)  $H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ , где  $\sigma_0^2 = 3s$ .  
 $H_1: \sigma^2 \neq \sigma_0^2$
2. Проверить гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности (изучаемой с.в.) по критерию  $\chi^2$ .  
Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

#### Дисперсионный анализ

##### Расчетно-графическая работа

1. Сформулировать задачу (как правило такая задача возникает при исследовании

влияния, которое оказывает изменение некоторого фактора А на измеряемую величину- результирующий показатель).

2. Собрать статистические данные (выборка включает в себя: качественный фактор А, 3-5 его уровней, не менее 4-5 наблюдений по каждому уровню фактора А), дать интерпретацию фактору и его уровню, а также результирующему показателю.
3. Записать и проверить необходимые предположения дисперсионного анализа (выборки получены из независимых нормально распределенных совокупностей с одной и той же дисперсией).
4. Записать основную и альтернативные гипотезы, критерий.
5. Составить таблицу однофакторного анализа.
6. Сделать выводы о значимости фактора А.
7. Рассчитать коэффициент детерминации, сделать выводы.

## 2. Контрольная работа

*Демонстрационный вариант контрольной работы №1*  
(теория статистического вывода)

1. По имеющимся данным 2,5,6,7,3,5,2,1,4,5 определить выборочное среднее, моду, медиану, вариационный размах, выборочную дисперсию и исправленную выборочную дисперсию
2. Дайте определение доверительного интервала.
3. Какая статистическая оценка называется несмещенной?
4. Дайте определение критической точки.
5. Сформулируйте основные задачи математической статистики.
6. Дана выборка объема  $n$ . Если значение каждой частоты умножить на 5, то как изменится среднее арифметическое? (Ответ обосновать).
7. Предположим, что выборка произведена из генеральной совокупности со средней  $= 1,065$  и средним квадратическим отклонением  $\sigma = 500$ . Объем выборки  $n = 100$ . Чему равно ожидаемое значение и среднее квадратическое отклонение выборочной средней?
8. Индийский чай расфасовывается в пачки массой 100 г. со стандартным отклонением 0,1г. Случайная выборка  $n=15$  пачек готовой продукции показала среднюю массу равной 100,2 г. Имеется ли основание для заключения, что фасовочная машина работает без нарушений в настройке?
9. Компанию по аренде автомобилей интересует вопрос о том, сколько дней в году в среднем автомобиль находится в ремонте. Случайным образом выбраны девять автомобилей, время их нахождения в ремонте за год: 16, 10, 21, 22, 8, 17, 19, 14, 19. Найдите 90% - ный доверительный интервал для среднего значения времени нахождения в ремонте автомобилей компании. Сформулируйте допущения, которые вы сделали.

*Демонстрационный вариант контрольной работы №2 по теме «Регрессионные модели»* (Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Множественная линейная регрессия)

### Теория

1. Что изучает эконометрика?
2. В чем заключается метод наименьших квадратов?
3. Показать, что эмпирическая прямая регрессии обязательно проходит через точку  $(\bar{x}, \bar{y})$ .
4. Как проводится оценка качества уравнения регрессии?

5. Дайте определение оценки коэффициента регрессии.
6. Выведите формулу для МНК-оценки параметра  $b$  уравнения  $y=bx$ , т.е. методом наименьших квадратов по  $n$  наблюдениям получите оценку коэффициента наклона в регрессии без свободного члена.
7. Определите: утверждение истинно, ложно, не определено? Почему? Чем больше стандартная ошибка регрессии, тем точнее оценки коэффициентов.

Задачи:

1. Зависимость объема продаж  $y$  (тыс. долл.) от расходов на рекламу  $x$  (тыс. долл.) характеризуется по 15 предприятиям концерна следующим образом:

Уравнение регрессии:  $y = 10 + 0,5x$ .

Среднее квадратическое отклонение  $y$ :  $\sigma_y = 4,5$ .

Среднее квадратическое отклонение  $x$ :  $\sigma_x = 6,5$ .

*Задание*

1. Определите коэффициент корреляции.
  2. Постройте таблицу дисперсионного анализа для оценки значимости уравнения в целом.
  3. Найдите стандартную ошибку коэффициента регрессии.
  4. Оцените значимость коэффициента регрессии через  $t$  - критерий Стьюдента.
  5. Определите доверительный интервал для коэффициента регрессии с вероятностью 0,95 и сделайте экономический вывод.
  6. Поясните смысл величины 0,5 в уравнении регрессии.
2. Даны – годовая экономия при маршрутизации скоропортящихся грузов ( $y_i$ ) и размер грузопотока( $x_i$ ). Проанализировать результаты:

0,711787	0,058124
0,022061	3,422463
0,992374	4,998544
1041,011	8
26010,12	199,8835

### 3. Практическая работа

Демонстрационный вариант практической работы №1

(Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной)

1. Постройте поле корреляции и сформулируйте гипотезу о форме связи.
2. Рассчитайте параметры выборочного уравнения линейной регрессии с помощью МНК.
3. Оцените тесноту связи с помощью показателей корреляции (выборочный коэффициент корреляции) и детерминации.
4. Используя критерий Стьюдента, оцените статистическую значимость коэффициентов регрессии и корреляции.
5. Постройте интервальные оценки параметров регрессии. Проверьте, согласуются ли полученные результаты с выводами, полученными в предыдущем пункте.
6. Постройте таблицу дисперсионного анализа для оценки значимости уравнения в целом.
7. В случае пригодности линейной модели рассчитайте прогнозное значение результата, если значение фактора увеличится на 5% от его среднего уровня.

- Определите доверительный интервал прогноза для уровня значимости  $\alpha = 0,05$ .
8. Оцените полученные результаты, проинтерпретируйте полученное уравнение регрессии.

Демонстрационный вариант практической работы №2  
(Множественная линейная регрессия)

Провести отбор факторов в модель множественной линейной регрессии на основе условных исходных данных, приведенных в таблице (использовать метод исключения факторов; анализ матрицы парных коэффициентов корреляции).

1. Построить линейное уравнение множественной регрессии, оценить значимость его параметров, пояснить их экономический смысл.
2. Оценить надежность уравнения в целом.
3. Записать уравнение множественной линейной регрессии в стандартизованном масштабе; сделайте выводы.

#### 4. Устный опрос

Вопросы для подготовки к устному опросу  
(Фиктивные (dummy) переменные. Нарушение предпосылок МНК. Системы одновременных уравнений)

1. Дайте определение фиктивных переменных.
2. В чем состоит ловушка фиктивных переменных?
3. В чем состоит проблема гетероскедастичности?
4. Каковы критерии выявления гетероскедастичности?
5. Каковы критерии проверки нормальности распределения случайной ошибки?
6. В чем состоит проблема спецификации регрессионных моделей?
7. Что такое мультиколлинеарность?
8. Каковы признаки мультиколлинеарности?
9. Какие методы устранения мультиколлинеарности вы знаете?
10. Что такое система эконометрических уравнений?
11. Дайте определение независимых уравнений.
12. Дайте определение системы одновременных уравнений.
13. Что такое структурная и приведенная форма системы одновременных уравнений?
14. Назовите причины неидентифицируемости и сверхидентифицируемости систем структурных уравнений.
15. В чем состоит алгоритм косвенного метода наименьших квадратов?
16. В чем состоит суть двухшагового метода наименьших квадратов?

#### 5. Реферат

Темы рефератов

(Введение в анализ временных рядов)

1. Специфика временных данных
2. Связь случайных процессов и временных рядов
3. Аддитивная модель временного ряда
4. Мультипликативная модель временного ряда
5. Автокорреляционные функции и анализ коррелограмм
6. Авторегрессионные процессы и их моделирование
7. Построение модели тренда: аналитические методы
8. Построение модели тренда: алгоритмические методы
9. Построение модели сезонности: вычисление индексов сезонности

10. Построение модели сезонности: использование фиктивных переменных
11. Построение модели сезонности: использование рядов Фурье
12. Понятие структурных изменений в динамике ременного ряда
13. Критерий Дарбина – Уотсона
14. Анализ взаимосвязей временных рядов

## 7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Список вопросов для промежуточной аттестации:

Знать определения следующих понятий.

#### Математическая статистика:

- ✓ генеральная совокупность, выборка, вариационный ряд, статистический ряд, объем выборки, частота, относительная частота, накопленная частота, вариационный размах;
- ✓ репрезентативность;
- ✓ эмпирическая функция распределения;
- ✓ гистограмма частот, полигон частот;
- ✓ выборочное среднее, мода, медиана, выборочная дисперсия, исправленная выборочная дисперсия, выборочный начальный момент, выборочный центральный момент, выборочный коэффициент асимметрии, выборочный коэффициент эксцесса;
- ✓ статистика;
- ✓ статистическая оценка;
- ✓ точечная оценка;
- ✓ интервальная оценка, надежность (доверительная вероятность), доверительный интервал;
- ✓ функция правдоподобия;
- ✓ квантиль распределения;
- ✓ статистическая гипотеза, уровень значимости, критическая точка, критическая область, ошибка первого рода, ошибка второго рода, мощность критерия.

#### Эконометрика:

Автокорреляция, адекватность модели, аналитический метод, аналитическое выравнивание, аппроксимация, вариация, верификация, возмущение, временные ряды, гетероскедастичность, гомоскедастичность, условия Гаусса-Маркова, детерминация, значимость, идентификация, интерпретация, ковариация, корреляция, линеаризация, линейная модель, эффективность, линейный прогноз, ММП, метод наименьших квадратов, метод моментов, мультиколлинеарность, нелинейность, несмещенность, нормальность, остатки, остаточная дисперсия, оценивание, оценка, параметризация, парная регрессия, регрессия, регрессионная модель, результативный признак, репрезентативность, свободный член, система нормальных уравнений, случайная компонента, состоятельность, спецификация, тенденция, тренд, фактор.

#### Уметь:

- по выборке небольшого объема рассчитать основные числовые характеристики и построить графики;

- решать простейшие задачи статистического оценивания параметров и проверки статистических гипотез.
- Проводить регрессионный анализ и интерпретировать его результаты.

Вопросы:

1. Определение и задачи математической статистики.
2. Постановка задачи статистического оценивания.
3. Свойства статистических оценок.
4. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины.
5. Распределение выборочного среднего и выборочной дисперсии, при условии, что выборка получена из нормально распределенной генеральной совокупности.
6. Свойства выборочного среднего и выборочной дисперсии.
7. Метод максимального правдоподобия.
8. Метод моментов.
9. Распределения Стьюдента, Фишера,  $\chi^2$  (определение).
10. Этапы проверки параметрической статистической гипотезы.
11. Методика использования критерия Пирсона.
12. Принцип принятия статистического решения.
13. Что изучает эконометрика?
14. Основные классы эконометрических моделей.
15. Основные задачи эконометрики.
16. Каков математический инструментарий эконометрики?
17. Этапы построения эконометрической модели.
18. Типы эконометрических данных.
19. Основная задача регрессионного анализа.
20. Определение классической модели линейной регрессии?
21. Каковы источники случайной составляющей регрессионной модели?
22. В чем заключается метод наименьших квадратов?
23. Показать, что в любой линейной регрессионной модели, построенной по МНК, сумма случайных отклонений равна нулю?
24. Показать, что среднее значение отклонения равно нулю.
25. Показать, что эмпирическая прямая регрессии обязательно проходит через точку  $(\bar{x}, \bar{y})$ .
26. В чем состоит различие между теоретическим и эмпирическим уравнениями регрессии?
27. Какие допущения лежат в основе классической модели линейной регрессии?
28. Какие свойства имеют оценки параметров классической линейной регрессионной модели?
29. Определение коэффициента детерминации?
30. В каких пределах изменяется коэффициент детерминации?
31. Как проводится оценка качества уравнения регрессии?
32. Как проводится оценка статистической значимости параметров уравнения регрессии?
33. Какие последствия имеют нарушения допущений классической модели линейной регрессии?
34. Каким образом можно обнаружить и устранить гетероскедастичность?
35. Что такое мультиколлинеарность?
36. Что понимается под спецификацией модели?
37. Основные виды ошибок спецификации.
38. Каковы признаки качественной регрессионной модели?
39. Что такое параметризация?
40. Что понимается под верификацией модели?
41. Каков экономический смысл коэффициента регрессии?

42. Какой смысл может иметь свободный коэффициент уравнения регрессии?
43. Какова связь между линейным коэффициентом корреляции и коэффициентом регрессии в линейной модели парной регрессии?
44. Что происходит, когда общая СКО равна остаточной? В каком случае общая СКО равна факторной?
45. Как F-статистика связана с коэффициентом детерминации в парной регрессии?
46. Как рассчитать критерий Стьюдента для коэффициента регрессии в линейной модели парной регрессии?
47. Показатели качества множественной регрессии: индекс множественной корреляции и коэффициент детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации.
48. В чем основное отличие эконометрической модели от математической?
49. Нелинейные формы зависимости. Какие показатели корреляции используются при нелинейных соотношениях рассматриваемых признаков?
50. Линейные регрессионные модели с переменной структурой.
51. Фиктивные переменные.
52. Какие модели являются нелинейными относительно: а) включаемых переменных; б) оцениваемых параметров?
53. Какие преобразования используются для линеаризации нелинейных моделей?
54. Чем отличается применение МНК к моделям, нелинейным относительно включаемых переменных, от применения к моделям, нелинейным по оцениваемым параметрам?

### Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

Демонстрационный вариант задания для зачета

1. Свойства статистических оценок.
2. Средний доход фирмы в день составлял 1020 единиц. После реорганизации выборочный средний доход в день за 30 рабочих дней составил 1070 единиц с выборочным средним квадратическим отклонением (исправленным) 90 единиц. Можно ли утверждать на уровне значимости 5%, что реорганизация привела к увеличению среднего дохода?
3. В чем заключается этап параметризации?
4. Показать, что эмпирическая прямая регрессии обязательно проходит через точку  $(\bar{x}, \bar{y})$ .
5. Даны – годовая экономия при маршрутизации скоропортящихся грузов (y) и размер грузопотока(x). Проанализировать результаты регрессионного анализа:

0,711787	0,058124
0,022061	3,422463
0,992374	4,998544
1041,011	8
26010,12	199,8835



Разработчик: Тюрнева Татьяна Геннадьевна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры теории вероятностей и дискретной математики ИГУ