



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЭКОНОМЕТРИКА**

Направление подготовки (специальность)  
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Управление проектами разработки бизнес-приложений для цифровой экономики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Бизнес-информатики и информационных технологий
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных технологий  
08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.Н. Чусавитина

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры БИиИТ, канд. пед. наук  М.В. Романова

Рецензент:

главный специалист службы бизнес-решений  
ЗАО «КОНСОМ СКС», канд. техн. наук

 В.А. Ошурков

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

обучение студентов основным математическим понятиям и методам в области эконометрического моделирования, применительно к решению задач анализа, прогнозирования и управления экономикой на макро - и микро - уровнях. В процессе изучения этой дисциплины у студентов должны быть сформированы теоретические и практические навыки решения эконометрических задач и анализа полученных результатов.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Эконометрика входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Теория вероятностей и математическая статистика
- Методологии и инструментальные средства моделирования бизнес-процессов и данных
- Экономика
- Прикладная математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

- Финансовая математика
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Эконометрика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-9.1	Понимает экономические законы, категории и принципы, возможности их использования в различных областях жизнедеятельности
УК-9.2	Использует экономические знания для принятия обоснованных экономических решений в различных областях жизнедеятельности
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов;
- самостоятельная работа – 92,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение в предмет								
1.1 Предмет эконометрики, её цель, задачи. Базовые понятия	4	1/0,5И			1	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	устный опрос Отчет по лабораторной работе	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1
1.2 Повторение теории вероятности и математической статистики		0,5	2/0,5И		4	Изучение литературы, подготовка к семинару	устный опрос доклад к семинару	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.3 Математическое моделирование в экономике. Классы моделей. Виды переменных. Этапы эконометрического моделирования		1,5/0,5И			2	Изучение литературы	устный опрос	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		3/И	2/0,5И		7			
2. Регрессионные модели								
2.1 Линейная регрессия.	4	2/0,5И	6/0,5И		8	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ Прохождения МООК	отчет по лабораторным работам отчет по прохождению модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.2 Нелинейные модели регрессии		4/И	8/2И		12	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ Прохождение МООК	Отчет по лабораторной работе отчет о прохождении модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		6/1,5И	14/2,5И		20			

3. Временные ряды								
3.1 Основные элементы временного ряда	4	2/0,2И	4/0,5И		16	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ Прохождение модуля МООК	Отчет по лабораторной работе Отчет о прохождении модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
3.2 Модели стационарных и нестационарных рядов		2/0,2И	6/2И		16	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ Прохождение модуля МООК	Отчет по лабораторной работе Отчет о прохождении модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		4/0,4И	10/2,5И		32			
4. Системы эконометрических уравнений								
4.1 Системы уравнений в эконометрике	4	2	4/1И		16	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ прохождение модуля МООК	Отчет по лабораторной работе отчет о прохождении модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.2 Системы линейных одновременных уравнений		2/0,2И	4/0,4И		16	Изучение литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ прохождение модуля МООК	Отчет по лабораторной работе отчет о прохождении модуля МООК	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		4/0,2И	8/1,4И		32			
5. Зачет								
5.1 Зачет	4				1,05	Изучение литературы, подготовка к зачету	тест	УК-9.1, УК-9.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу					1,05			
Итого за семестр		17/3,1И	34/6,9И		92,05		зачёт	
Итого по дисциплине		17/3, 1И	34/6,9 И		92,05		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

При проведении занятий и организации самостоятельной работы используются:

Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные работы, контрольная работа и др.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации.

Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, обсуждение проблемы в форме дискуссии, Case-study. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00313-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510472> (дата обращения: 20.04.2023).

2. Галочкин, В. Т. Эконометрика : учебник и практикум для вузов / В. Т. Галочкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14974-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490094> (дата обращения: 20.04.2023).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Евсеев, Е. А. Эконометрика : учебное пособие для вузов / Е. А. Евсеев, В. М. Буре. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10752-4. — Текст : электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492423> (дата обращения: 20.04.2023).

2. Демидова, О. А. Эконометрика : учебник и практикум для вузов / О. А. Демидова, Д. И. Малахов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 334 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00625-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489325> (дата обращения: 20.04.2023).

#### **в) Методические указания:**

1. Лактионова, Ю. С. Практикум по эконометрике : практикум / Ю. С. Лактионова, В. Н. Макашова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3656.pdf&show=dcatalogues/1/1526299/3656.pdf&view=true> (дата обращения: 20.04.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Улякина, Н. А. Статистика : учебно-методическое пособие [для вузов] / Н. А. Улякина, А. Г. Васильева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1782-8. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4046.pdf&show=dcatalogues/1/1533542/4046.pdf&view=true> (дата обращения: 20.04.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

#### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран) для презентации учебного материала по дисциплине;

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры объединенные в локальные сети с выходом в Internet и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, оснащенные современными программно-методическими комплексами

Аудитории для самостоятельной работы (компьютерные классы; читальные залы библиотеки) - Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры объединенные в локальные сети с выходом в Internet и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, оснащенные современными программно-методическими комплексами

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Мебель (столы, стулья, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации), персональные компьютеры.

По дисциплине «Эконометрика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

В ходе изучения дисциплины используются:

- возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам методических материалов, графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения;

- традиционные технологии обучения в виде лекционных занятий с использованием мультимедийных средств и лабораторных практикумов в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

**Аудиторная** самостоятельная работа студентов предполагает решение персональных аналитических задач на лабораторных занятиях и в ходе самостоятельной работы.

*Примерные аудиторные работы*

### Лабораторная работа. Вычисление коэффициентов уравнения линейной регрессии

Парная регрессия – это уравнение связи двух переменных  $y$  и  $x$ :

$$y = f(x),$$

где  $y$  - зависимая переменная (результативный признак);  $x$  - независимая, объясняющая переменная (признак - фактор).

Линейная парная регрессия:  $y = a + bx + \varepsilon$ .

Построение уравнения регрессии сводится к оценке ее параметров (в приведенных выше уравнениях регрессии – параметры  $a$  и  $b$ ). Для оценки параметров регрессий, линейных по параметрам, используют **метод наименьших квадратов** (МНК). МНК позволяет получить такие оценки параметров, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака  $y$  от теоретических  $\hat{y}(x)$  минимальна, т.е.

$$\sum (y - \hat{y}_x)^2 \rightarrow \min.$$

Для линейных уравнений решается следующая система относительно  $a$  и  $b$ :

$$\begin{cases} na + b \sum x = \sum y, \\ a \sum x + b \sum x^2 = \sum yx. \end{cases}$$

Для решения данной системы и нахождения  $a$  и  $b$  можно использовать два подхода:

1. Используются следующие соотношения:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum x \\ \sum x & \sum x^2 \end{vmatrix}, \quad \Delta a = \begin{vmatrix} \sum y & \sum x \\ \sum yx & \sum x^2 \end{vmatrix}, \quad \Delta b = \begin{vmatrix} n & \sum y \\ \sum x & \sum yx \end{vmatrix},$$

$$a = \frac{\Delta a}{\Delta}; b = \frac{\Delta b}{\Delta}$$

2. Можно воспользоваться готовыми формулами, которые вытекают из этой системы:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}, \quad (1)$$

$$b = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x^2} = \frac{\overline{y \cdot x} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}; \quad (2)$$

где  $Cov(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  - коэффициент выборочной ковариации;

$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  - дисперсия факторного признака или выборочная вариация, обозначаемая как  $Var(x)$ .

### Задача

Имеются статистические данные поступления договоров в консолидированный бюджет Санкт-Петербурга ( $y$ , млрд руб.) в зависимости от численности работающих на крупных и средних предприятиях ( $x$ , тыс. чел.) экономики районов за 2012 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ района города	Поступление договоров в бюджет $y$ (млрд. руб.)	Численность работающих $x$ (тыс. чел.)
1	4,4	3,3
2	8,1	6,2
3	12,9	8,1
4	20,8	18,3
5	15,5	20,2
6	28,8	23,1
7	37,5	39
8	48,7	49,1
9	68,6	60,1
10	104,6	74,2
11	90,5	79
12	88,3	95
13	132,4	106
14	122	112,2
15	99,1	115
16	144,2	125,1
17	150,6	132
18	156,1	149
19	209,5	157
20	342,9	282

Необходимо построить линейное уравнение парной регрессии  $y$  от  $x$ .

**Решение.**

1. Для расчета параметров уравнения линейной регрессии постройте расчетную таблицу 2.

Таблица 2

№ района	$y$	$x$	$xy$	$x^2$	$y^2$
1	4,4	3,3			
2	8,1	6,2			
3	12,9	8,1			
4	20,8	18,3			
5	15,5	20,2			
6	28,8	23,1			
7	37,5	39			
8	48,7	49,1			
9	68,6	60,1			
10	104,6	74,2			
11	90,5	79			
12	88,3	95			
13	132,4	106			
14	122	112,2			
15	99,1	115			
16	144,2	125,1			
17	150,6	132			
18	156,1	149			
19	209,5	157			
20	342,9	282			
<b>Итого</b>					
<b>Средние значения</b>	$\bar{y}$	$\bar{x}$	$\overline{xy}$	$\overline{x^2}$	$\overline{y^2}$

2. Используя формулы 1, 2 рассчитайте параметры  $a$  и  $b$ .

3. Запишите полученной уравнение парной регрессии.

4. Для проверки правильности полученного уравнения воспользуйтесь статистической функцией ЛИНЕЙН табличного процессора Microsoft Excel, для этого:

- выделите интервал ячеек, содержащий 2 столбца и 5 строк;
- вставьте функцию ЛИНЕЙН, задайте значение константы и статистики равными единице.
- введите формулу как формулу массива, для чего нажмите клавишу  $F2$  а затем комбинацию клавиш  $Ctrl+Shift+Enter$ .

В таблице 3. показано, в каком порядке возвращается дополнительная регрессионная статистика.

Таблица 3

$b$	$a$
$se_b$	$se_a$
$r^2$	$se_y$
$F$	$df$
$SS_{pez.}$	$SS_{ocm.}$

## Лабораторная работа. Построение уравнения множественной регрессии в стандартизированной форме

Если коэффициенты множественной регрессии рассматривать в качестве показателей влияния факторов, то следует иметь в виду, что коэффициенты регрессии между собой прямо не сравнимы. Их численные значения зависят от выбранных единиц измерения каждого фактора. Чтобы коэффициенты регрессии стали сравнимы, их приводят к стандартизированному масштабу. Для этого все переменные выражают в безразмерных, так называемых стандартизированных единицах измерения при помощи следующих соотношений:

$$t_y = \frac{(y - \bar{y})}{\sigma_y}; \quad t_{x_i} = \frac{(x_i - \bar{x}_i)}{\sigma_{x_i}},$$

где  $\sigma_y$ ,  $\sigma_{x_j}$  – соответственно средние квадратичные отклонения.

Свободный член  $b_0$  в стандартизованном уравнении множественной регрессии отсутствует, т.е. уравнение (1) можно записать в виде:

$$t_y = \beta_1 t_{x_1} + \beta_2 t_{x_2} + \dots + \beta_m t_{x_m} + \varepsilon. \quad (2)$$

Все переменные уравнения выражены в сравнимых единицах измерения. Коэффициенты  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  называются коэффициентами регрессии в стандартизованном масштабе. Для их определения можно перейти от коэффициентов  $b_j$  к  $\beta_j$  ( $j = 1, m$ ) и обратно осуществляется по формуле:

$$\beta_j = \frac{b_j \sigma_{x_j}}{\sigma_y}.$$

Коэффициенты регрессии (2) показывают влияния изменения каждой переменной на изменение фактора  $y$ . Все коэффициенты выражены в сравнимых единицах измерения. Чем больше  $|\beta_j|$ , тем сильнее влияет соответствующий факторный показатель на результативный.

Таким образом, сравнивая между собой стандартизованные коэффициенты регрессии можно ранжировать факторы по силе их воздействия на результат. В этом основное достоинство стандартизованных коэффициентов регрессии в отличие от коэффициентов «чистой» регрессии, которые несравнимы между собой.

На практике часто используют уравнение регрессии в стандартизованном масштабе в виде:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon.$$

Как было показано выше, ранжирование факторов, участвующих во множественной линейной регрессии, может быть проведено через стандартизованные коэффициенты регрессии ( $\beta$ -коэффициенты). Эта же цель может быть достигнута с помощью частных коэффициентов корреляции – для линейных связей. Кроме того, частные показатели корреляции широко используются при решении проблемы отбора

факторов: целесообразность включения того или иного фактора в модель доказывается величиной показателя частной корреляции.

Частные коэффициенты (или индексы) корреляции характеризуют тесноту связи между результатом и соответствующим фактором при устранении влияния других факторов, включенных в уравнение регрессии. Показатели частной корреляции представляют собой отношение сокращения остаточной дисперсии, произошедшего в результате дополнительного включения в анализ нового фактора, к остаточной дисперсии, имевшей место до введения в модель нового фактора.

Коэффициент частной корреляции, измеряющий влияние на  $y$  фактора  $x_j$  при неизменном уровне других факторов, можно определить по формуле:

$$r_{yx_j * x_1 x_2 \dots x_{j-1} x_{j+1} \dots x_m} = \sqrt{1 - \frac{1 - R_{yx_1 \dots x_j \dots x_m}^2}{1 - R_{yx_1 x_2 \dots x_{j-1} x_{j+1} \dots x_m}^2}},$$

где  $R_{yx_1 \dots x_j \dots x_m}^2$  – множественный коэффициент детерминации всего комплекса  $m$  факторов с результатом;  $R_{yx_1 x_2 \dots x_{j-1} x_{j+1} \dots x_m}^2$  – показатель детерминации, но без введения в модель фактора  $x_j$ .

Средние коэффициенты эластичности для линейной множественной регрессии рассчитываются по формуле:

$$\bar{\varepsilon}_{yx_j} = b_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}$$

и показывают, на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат  $y$  от своей величины при изменении фактора  $x$  на 1 % от своего значения при неизменных значениях других факторов.

### Задача

1. Рассчитайте стандартизованные коэффициенты регрессии. Запишите полученное уравнение в стандартизованном масштабе вида (2).
2. Проранжируйте стандартизованные коэффициенты регрессии по силе их воздействия на результат.
3. Рассчитайте средние коэффициенты эластичности.

### Лабораторная работа. Оценка значимости уравнения регрессии с помощью F-критерия Фишера

$$F_{\text{факт.}} = \frac{\sum \frac{(\hat{y} - \bar{y})^2}{m}}{\sum \frac{(y - \hat{y})^2}{n - m - 1}} = \frac{\rho_{xy}^2}{1 - \rho_{xy}^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m}.$$

### Задача

Определим  $F$ -критерий Фишера для уравнений парной нелинейной регрессии, полученных в Лабораторной работе №1.

#### Решение.

1. Рассчитайте  $F_{факт}$  и сравните полученное значение со значением,  $F_{табл}$  при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .
2. Сделайте выводы о существенности связи.

### Лабораторная работа. Выбор наилучшего вида тренда с помощью Excel

Для определения параметров линейного тренда по методу наименьших квадратов используется статистическая функция *ЛИНЕЙН*, для определения экспоненциального тренда *ЛГРФПРИБЛ*. В качестве независимой переменной выступает время  $t = \overline{1, n}$ .

В Excel линия тренда может быть добавлена в диаграмму с областями гистограммы или в график. Для этого необходимо:

- выделить область диаграммы; в главном меню выбрать *Диаграмма* → *Добавить линию тренда*;
- в появившемся диалоговом окне *Линия тренда* выбрать вид линии тренда и задать соответствующие параметры. Для полиномиального тренда необходимо задать степень аппроксимирующего полинома.

В качестве дополнительной информации на диаграмме можно отобразить уравнение регрессии и значение среднеквадратического отклонения, установив соответствующие флажки на закладке *Параметры* диалогового окна *Линия тренда*.

### Задача

Динамика выпуска продукции Финляндии характеризуется данными (млн. долл.), представленными в таблице.

Год	Выпуск продукции	Год	Выпуск продукции
1961	1054	1979	11172
1962	1104	1980	14150
1963	1149	1981	14004
1964	1291	1982	13088
1965	1427	1983	12518
1966	1505	1984	13471
1967	1513	1985	13617
1968	1635	1986	16356
1969	1987	1987	20037
1970	2306	1988	21748
1971	2367	1989	23298
1972	2913	1990	26570
1973	3837	1991	23080
1974	5490	1992	23981
1975	5502	1993	23446
1976	6342	1994	29658
1977	7665	1995	39573

1978	8570	1996	38435
------	------	------	-------

1. Провести расчет параметров линейного и экспоненциального трендов.
2. Построить графики ряда динамики и трендов.
3. Выбрать наилучший вид тренда на основании графического изображения и значения коэффициента детерминации.

**Внеаудиторная** самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала, участие в дистанционном курсе предложенном преподавателем, выполнения домашних заданий подготовка к лабораторным работам, консультация у преподавателя через образовательный портал.



## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету</i></p> <p>Что такое регрессионный анализ?          Что понимается под парной регрессией?          Опишите суть традиционного МНК для линейной парной регрессии.          Что такое «оценка параметра»? Чем отличаются «истинные» значения параметров регрессии от их оценок?          Что такое остаток в регрессионном анализе?          Опишите процедуру проверки гипотезы.          Что такое уровень доверия?          Что такое интервальный прогноз? Почему возникает необходимость построения точечных прогнозов?          Какой вид имеет система нормальных уравнений метода наименьших квадратов в случае линейной регрессии?          По какой формуле вычисляется линейный коэффициент парной корреляции?          Как вычисляется и что показывает индекс детерминации? Как вычисляется и что показывает индекс детерминации?          Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?          Как строится доверительный интервал прогноза в случае линейной регрессии?          Как вычисляются и что показывают коэффициент эластичности <math>\varepsilon</math> и средний коэффициент эластичности?</p> <p><i>Пример практического задания</i></p> <p>1. Постройте линейную парную модель регрессии, описывающую зависимость заработной платы рабочего от его возраста по экспериментальным данным.</p> <p>2. Рассчитать следующие показатели качества модели регрессии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициент детерминации;</li> <li>- коэффициент множественной корреляции;</li> <li>- средняя квадратическая ошибка уравнения регрессии;</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>- ошибка аппроксимации. Сделать выводы по каждому показателю. <i>Пример комплексного задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определите вид функции, наилучшим образом описывающей зависимость расходов на покупку продовольственных товаров в общих расходах (%) - <math>y</math> от среднедневной заработной платы одного работающего (руб) – <math>x</math> по данным семи территорий Уральского региона за 199X г.</li> <li>2. Для характеристики зависимости <math>y</math> от <math>x</math> рассчитайте параметры следующих функций: <ul style="list-style-type: none"> <li>• линейной;</li> <li>• степенной;</li> <li>• показательной;</li> <li>• равнобочной гиперболы.</li> </ul> </li> </ol> <p>Оцените каждую модель через среднюю ошибку аппроксимации <math>A</math> и <math>F</math>-критерий Фишера.</p>
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает понятие «качественная» модель регрессии?</li> <li>2. В каком случае верно соотношение ?</li> <li>3. Что означает высказывание «тесная линейная связь»?</li> <li>4. Что показывает коэффициент детерминации равный 0,75?</li> <li>5. Что такое ошибка аппроксимации?</li> <li>6. Приведите пример нелинейной регрессии по включаемым в нее объясняющим переменным, но линейной по оцениваемым параметрам.</li> <li>7. Что значит внутренне линейная модель?</li> <li>8. Опишите, что означает высказывание «функция, наилучшим образом описывающая зависимость <math>y</math> от <math>x</math>»?</li> <li>9. Перечислите все виды моделей, нелинейных относительно: а) включаемых переменных; б) оцениваемых параметров.</li> <li>10. Как проводится подбор линеаризующего преобразования для внутренне нелинейных моделей?</li> <li>11. Назовите показатели корреляции, используемые при нелинейных соотношениях рассматриваемых признаков.</li> <li>12. Какие задачи решаются при построении уравнения регрессии?</li> <li>13. Какие требования предъявляются к факторам, включаемым в уравнение регрессии?</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>14. Что понимается под линейной множественной регрессией?</p> <p>15. Чем отличаются стандартизованные коэффициенты регрессии от коэффициентов в естественном виде?</p> <p>16. Что показывает отрицательное значение коэффициента эластичности?</p> <p>17. Чем отличаются частный и общий критерии Фишера?</p> <p>18. Что понимается под коллинеарностью и мультиколлинеарностью факторов?</p> <p>19. Как проверяется наличие коллинеарности и мультиколлинеарности?</p> <p>20. Какой вид имеет система нормальных уравнений метода наименьших квадратов в случае линейной регрессии?</p> <p>21. По какой формуле вычисляется индекс множественной корреляции?</p> <p>22. Как вычисляются индекс множественной детерминации и скорректированный индекс множественной детерминации?</p> <p>23. Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?</p> <p>24. Как строятся частные уравнения регрессии?</p> <p>25. Как вычисляются средние частные коэффициенты эластичности?</p> <p>26. Что такое стандартизованные переменные?</p> <p>27. Какой вид имеет уравнение линейной регрессии в стандартизованном масштабе?</p> <p>28. Что понимается под гомоскедастичностью?</p> <p>29. Как проверяется гипотеза о гомоскедастичности ряда остатков?</p> <p>30. При каких условиях строится уравнение множественной регрессии с фиктивными переменными?</p> <p>31. Как трактуются коэффициенты модели при фиктивных переменных?</p> <p>32. Что такое ловушка фиктивных переменных и как избежать такой ситуации при моделировании?</p> <p><i>Пример практического задания</i></p> <p>Определить факторы, формировавшие цену квартир в строящихся домах в Санкт-Петербурге в 1996 г. по данным о рынке строящегося жилья в Санкт-Петербурге (по состоянию на декабрь 1996 г.) Сгенерируйте фиктивную переменную ,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>отражающую местоположение квартиры и позволяющую разделить всю совокупность квартир на две группы: квартиры на севере города (Приморский район, Шувалово-Озерки, Гражданка) и на юге города (Юго-Запад, Красносельский район). Постройте уравнение регрессии, характеризующее зависимость цены от всех факторов, в линейной и степенной форме.</p> <p>Существует ли разница в ценах квартир, расположенных в северной и южной частях Санкт-Петербурга? Является ли наличие балкона и лоджии преимуществом квартиры на рынке? Как вы объясните этот факт?</p> <p><i>Пример комплексного задания</i></p> <p>По 20 предприятиям региона определить зависимость выработки продукции на одного работника <math>y</math> (тыс.руб.) от ввода в действие новых основных фондов <math>x_1</math> (% от стоимости фондов на конец года) и от удельного веса рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих <math>x_2</math> (%).</p>
<p>УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</p>		
<p>УК-9.1</p>	<p>Понимает экономические законы, категории и принципы, возможности их использования в различных областях жизнедеятельности</p>	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое экономика? Какие подходы к определению содержания экономики вы знаете?</li> <li>2. В чем состоит экономическая сущность отношений общества и природы?</li> <li>3. Какова роль человека и какие функции он выполняет в экономике?</li> <li>4. Какие уровни экономического анализа выделяют исследователи? Что изучает микро-, макро- и мегаэкономика?</li> <li>5. Раскройте понятие методология экономической науки. Какие принципы лежат в ее основе?</li> <li>6. Дайте определение экономического закона. Какие экономические законы вы знаете? Какова их роль в хозяйственной жизни общества?</li> <li>7. Чем отличаются экономические законы от юридических?</li> <li>8. Перечислите и охарактеризуйте основные</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>методы экономического анализа.</p> <p>9. Сформулируйте понятие собственности как экономической категории.</p> <p>10. Охарактеризуйте триаду юридических прав собственности.</p> <p>11. Что понимают под владением, пользованием и распоряжением?</p> <p>12. В чем состоит особенность цивилизационного подхода к анализу развития общества?</p> <p>13.</p> <p><i>Пример практического задания</i></p> <p>В магазине в течение 10 дней подсчитывали количество проданного товара заданного вида. В результате были получены следующие данные: 12, 15, 16, 12, 17, 11, 15, 12, 10, 12</p> <p>Для полученного вариационного ряда определить: •</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Размах ряда;</li> <li>• Среднее значение;</li> <li>• Дисперсию;</li> <li>• Среднее квадратическое отклонение;</li> <li>• Коэффициент вариации;</li> <li>• Медиану;</li> <li>• Моду.</li> </ul>
УК-9.2	Использует экономические знания для принятия обоснованных экономических решений в различных областях жизнедеятельности	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету</i></p> <p>1. Дайте определение понятия «потребности». Покажите, в чем состоит отличие между людскими, производственными и общественными потребностями. Почему общественные потребности называют также потребностями государственных органов власти?</p> <p>2. Что такое «блага»? Дайте классификацию благ и охарактеризуйте их сущность: экономические блага, неэкономические блага; блага высшего порядка, блага низшего порядка; долговременные блага, недолговременные блага; заимозаменяемые (или заменители, или конкурирующие в употреблении); взаимодополняемые (комплементарные) блага; настоящие блага и будущие блага; прямые блага и косвенные блага.</p> <p>3. Что такое капитал? Предпринимательский капитал? Ссудный капитал?</p> <p>4. Какие определения рынка вы знаете? Какие условия необходимы для формирования</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>рыночных отношений?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Какие функции выполняет рынок в экономике? Исходя из анализа функций рынка, охарактеризуйте позитивные и негативные черты рынка.</li> <li>6. Что такое конкуренция? Каково ее место в рыночной экономике?</li> <li>7. На какие виды подразделяется несовершенная конкуренция?</li> <li>8. Какие организационные формы монополий вы знаете?</li> <li>9. Охарактеризуйте наиболее важные барьеры, которые создают монополии, чтобы не допустить на рынок (в отрасль) потенциальных конкурентов</li> </ol> <p><i>Пример комплексного задания</i></p> <p>Провести мини исследование и подготовить отчет по одной из предложенных тем:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы прогнозирования на основе нечетких временных рядов.</li> <li>2. Исследование и прогнозирование качества текстильных материалов" с элементами статьи</li> <li>3. Взаимосвязи индексов товарооборота</li> <li>4. Влияние образования на заработную плату</li> <li>5. Проблема экономической безопасности РФ</li> <li>6. Примеры прогнозирования макроэкономических показателей на основе эконометрических моделей</li> <li>7. Обобщенный МНК: целесообразность применения Вычисления в gretl- предмет prognostic methods</li> <li>8. Метод максимального правдоподобия.</li> <li>9. Метод максимального правдоподобия.</li> <li>10. Временные ряды и методы их прогнозирования, применение метода S&amp;P</li> <li>11. Тесты Дики-Фуллера на проверку наличия единичных корней. Алгоритм теста Дики-Фуллера.</li> <li>12. Байесовые методы в эконометрике</li> <li>13. Модели и методы секьюритизации банковских активов.</li> <li>14. Системы эконометрических уравнений. Идентификация.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии**

**оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

***Показатели и критерии:***

- на оценку «*зачтено*» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. принимает активное участие в обсуждении, владеет терминологическим аппаратом, демонстрирует знания в области эконометрического моделирования; осуществляет выбор эффективной модели, на основе проведения необходимых расчетов и учета всех представленных в условии показателей, грамотно обосновывает свое решение и формулирует необходимые выводы.
- на оценку «*не зачтено*» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач