



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиУ
Н.Р. Бальнская

21.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направление подготовки (специальность)
38.06.01 ЭКОНОМИКА

Направленность (профиль/специализация) программы
Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.:
экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами)

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт экономики и управления
Кафедра	Экономики
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 38.06.01 ЭКОНОМИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 898)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Экономики
17.02.2020, протокол № 3

Зав. кафедрой _____ А.Г. Васильева

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиУ
21.02.2020 г. протокол № 3

Председатель _____ Н.Р. Бальнская

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры Экономики, д-р экон. наук _____ М.В. Карелина

Рецензент:

заместитель директора по учебной работе, заведующий кафедрой экономики
Сибайского института (филиала) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный
университет», д-р экон. наук _____ И.А. Ситнова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Экономики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Васильева

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Экономики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Васильева

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Экономики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Васильева

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Васильева

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель курса – формирование комплексных и систематизированных знаний, а также привитие практических умений и навыков решения научно-исследовательских и профессиональных задач в области экономики с помощью системы математических методов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математические методы планирования и обработки результатов экономических исследований входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Методы теоретических и экспериментальных исследований в области экономики

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

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

Лабораторный практикум по налогообложению

Основы инвестиционной и инновационной деятельности в промышленности

Финансовый контроллинг в промышленности

Спецдисциплина

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математические методы планирования и обработки результатов экономических исследований» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность идентифицировать проблемы в конкретных условиях деятельности, находить пути их решения, обобщать статистические материалы и результаты позитивных исследований
Знать	– понятийно-категориальный и методический аппарат дисциплины, специфику и возможности его использования в различных условиях и сферах профессиональной деятельности;
Уметь	– оперировать понятийно-категориальным и методическим аппаратом дисциплины; – определять специфику и возможности использования понятийно-категориального и методического аппарата дисциплины в процессе идентификации проблем, разработки путей их решения, обобщения материалов и результатов позитивных исследований в профессиональной деятельности;
Владеть	– профессиональным языком предметной области знания; – навыками выявления специфики и возможностей использования понятийно-категориального и методического аппарата дисциплины в процессе идентификации проблем, разработки путей их решения, обобщения материалов и результатов позитивных исследований в профессиональной деятельности;

ПК-3 Готовность организовать экспертные исследования, самому выступить в роли эксперта по вопросам научной специальности

Знать	– математические методы планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики, их преимущества и недостатки; – принципы и алгоритмы организации экспертных исследований в области экономики с помощью математических методов;
Уметь	– обосновано выбирать и применять математические методы планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики; – оперировать принципами и алгоритмами организации экспертных исследований в области экономики с помощью математических методов;
Владеть	– навыками обоснованного выбора и применения математических методов планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики; – навыками аргументации и представления результатов экспертных исследований в области экономики.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- самостоятельная работа – 36 акад. часов.

Форма аттестации - зачет с оценкой

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.				
1.1 Основные статистические методы исследований социально-экономических процессов. Определение объекта, предмета исследования. Требования к исходной информации	3	4		4	9	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы	Устный опрос. Дискуссия	ПК-1, ПК-3
1.2 Методика подготовки работы с использованием статистических методов. Формирование системы показателей – как базы статистического исследования.		4		4	9	Самостоятельное изучение научной и учебной литературы	Устный опрос. Дискуссия	ПК-1, ПК-3
1.3 Многомерные статистические методы исследования социально-экономических процессов.		5		5/5И	9	Выполнение практического задания. Самостоятельное изучение научной и учебной литературы	Устный опрос. Дискуссия	ПК-1, ПК-3
1.4 Эконометрические методы исследования социально-экономических процессов		5		5/5И	9	Выполнение практического задания. Самостоятельное изучение научной и учебной литературы.	Проверка практических заданий. Устный опрос	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		18		18/10И	36			
Итого за семестр		18		18/10И	36		зачет	
Итого по дисциплине		18		18/10И	36		зачет с оценкой	ПК-1,ПК-3

5 Образовательные технологии

При изучении дисциплины, прежде всего необходимо ориентироваться на принципы личностно-ориентированного обучения и основы компетентностного подхода.

В курсе предусматривается использование технологий проблемного обучения. Основные педагогические методы преподавания дисциплины и формы занятий:

- лекции/практические занятия;
- письменные или устные домашние задания;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов, которая предполагает освоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям.

В период изложения преподавателем лекционного материала аспирант имеет право задавать интересующие его вопросы с целью уточнения, пояснения, детализации сказанного, углубленного изучения вопроса, исходя из собственных интересов предпочтений. Данная форма ведения лекционных занятий не позволяет аспиранту занимать место пассивного участника учебного процесса. Также рекомендуется вести самостоятельно конспект, имеющий четкую структуру, куда следует фиксировать самые важные и ключевые положения по теме лекции.

В процессе освоения лекционного материала, формирования целостного представления о экономических процессах в сфере образования, организации собственной практической работы и учебной деятельности аспиранту следует руководствоваться методами дедукции и индукции, понимания и объяснения, моделирования, сравнительно-сопоставительным, историко-типологическим и структурно-функциональным методами, методами синтеза и анализа и др. Эффективному усвоению аспирантом лекционного материала способствует проведение лекций с элементами дискуссий, диспутов, тем самым, провоцируя его на размышления и рассуждения по обозначенной преподавателем теме лекции, т.е. на самостоятельный поиск истины и ответов на поставленные перед ними вопросы. Аспиранты проявляют активность на таких занятиях и ощущают равноправие всех участников этого процесса, при котором преподавателю отводится роль консультанта, эксперта, направляющего, наставника, который также как и студенты, участвует в диалоге и готов рефлексировать и оценивать собственную деятельность.

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 и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко ; под редакцией Н. Ш. Кремера. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 308 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08710-9. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. с. 2 - URL: <https://urait.ru/bcode/449750/p.2> (дата обращения: 01.09.2020).

2. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 495 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-05070-7. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. с. 3 - URL: <https://urait.ru/bcode/449686/p.3> (дата обращения: 01.09.2020).

б) Дополнительная литература:

1. Математические методы финансового анализа : учебное пособие для вузов / В. А. Бабайцев, В. Б. Гисин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 215 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08074-2. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].- URL: <https://urait.ru/bcode/455099/p.1> (дата обращения: 01.09.2020).

2. Экономико-математические методы и моделирование : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 280 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00883-8. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].- URL: <https://urait.ru/bcode/451297/p.2> (дата обращения: 01.09.2020).

3. Математические методы в экономике : учебное пособие для вузов / С. Н. Косников. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 170 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-04098-2. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].- URL: <https://urait.ru/bcode/453228/p.9> (дата обращения: 01.09.2020)

в) Методические указания:

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: 01.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of Science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных Scopus	http://scopus.com
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Кatalогии	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Помещения для самостоятельной работы: обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Тема 1.1 Основные статистические методы исследований социально-экономических процессов. Определение объекта, предмета исследования. Требования к исходной информации

Вопросы для обсуждения:

1. Объект, предмет, цели, задачи, методы, теоретическая база и структура диссертационного исследования.
2. Примеры использования эконометрических методов для решения экономических задач.
3. Понятие системы и модели
4. Классификация моделей.
5. Математическая, экономическая и экономико-математическая модель
6. Типы данных и виды переменных в эконометрических исследованиях
7. Этапы эконометрического моделирования
8. Постановка задачи оптимизационного эксперимента
9. Полный факторный эксперимент
10. Дробный факторный эксперимент. Дробные реплики ПФЭ

Тема 1.2 Методика подготовки работы с использованием статистических методов. Формирование системы показателей – как базы статистического исследования.

Вопросы для обсуждения:

1. Основные проблемы эконометрического моделирования.
2. Эконометрический эксперимент и его результаты.
3. Общие принципы проверки статистических гипотез.
4. Математико-статистический инструментарий.
5. Классическая линейная регрессионная модель, метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия.

Тема 1.3 Многомерные статистические методы исследования социально-экономических процессов.

Вопросы для обсуждения:

1. Методы классификации объектов.
2. Проблема гетероскедастичности. Понятие гомо- и гетероскедастичности. Последствия гетероскедастичности. Методы обнаружения и устранения гетероскедастичности.
3. Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК).
4. Многомерные регрессионные модели.
5. Фиктивные переменные. Построение регрессионных моделей с фиктивными переменными.
6. Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова или предположения о нормальности
7. Методы снижения размерности статистических данных

Примерные практические задания по теме и методические рекомендации по их решению:

1. Корреляционный и регрессионный анализ
С целью анализа взаимосвязи показателей эффективности производства продукции были рассмотрены показатели производственно-хозяйственной деятельности 50 предприятий

машиностроения. Необходимо провести анализ взаимосвязи следующих экономических показателей:

Результативный признак:

Y – рентабельность

Факторные признаки X_i :

X_5 – удельный вес рабочих в составе ППП

X_7 – коэффициент сменности оборудования

X_{10} – фондоотдача

X_{15} – оборачиваемость нормируемых оборотных средств.

Исходные данные представлены в табл. 1.

Предположим, что рассматриваемые признаки Y , X_5 , X_7 , X_{10} , X_{15} в генеральной совокупности подчиняются нормальному закону распределения и указанные данные представляют выборку из этой генеральной совокупности.

Таблица 1

Исходные данные

№	Y_3	X_5	X_7	X_{10}	X_{15}
1	13,26	0,78	1,37	1,45	166,32
2	10,16	0,75	1,49	1,3	92,88
3	13,72	0,68	1,44	1,37	158,04
4	12,85	0,7	1,42	1,65	93,96
5	10,63	0,62	1,35	1,91	173,88
6	9,12	0,76	1,39	1,68	162,3
7	25,83	0,73	1,16	1,94	88,56
8	23,39	0,71	1,27	1,89	101,16
9	14,68	0,69	1,16	1,94	166,32
10	10,05	0,73	1,25	2,06	140,76
11	13,99	0,68	1,13	1,96	128,52
12	9,68	0,74	1,1	1,02	177,84
13	10,03	0,66	1,15	1,85	114,48
14	9,13	0,72	1,23	0,88	93,24
15	5,37	0,68	1,39	0,62	126,72
16	9,86	0,77	1,38	1,09	91,8
17	12,62	0,78	1,35	1,6	69,12
18	5,02	0,78	1,42	1,53	66,24
19	21,18	0,81	1,37	1,4	67,68
20	25,17	0,79	1,41	2,22	50,4
21	19,4	0,77	1,35	1,32	70,56
22	21	0,78	1,48	1,48	72
23	6,57	0,72	1,24	0,68	97,2
24	14,19	0,79	1,4	2,3	80,28
25	15,81	0,77	1,45	1,37	51,48

№	Y_3	X_5	X_7	X_{10}	X_{15}
26	5,23	0,8	1,4	1,51	105,12
27	7,99	0,71	1,28	1,43	128,52
28	17,5	0,79	1,33	1,82	94,68
29	17,16	0,76	1,22	2,62	85,32
30	14,54	0,78	1,28	1,75	76,32
31	6,24	0,62	1,47	1,54	153
32	12,08	0,75	1,27	2,25	107,64
33	9,49	0,71	1,51	1,07	90,72
34	9,28	0,74	1,46	1,44	82,44
35	11,42	0,65	1,27	1,4	79,92
36	10,31	0,66	1,43	1,31	120,96
37	8,65	0,84	1,5	1,12	84,6
38	10,94	0,74	1,35	1,16	85,32
39	9,87	0,75	1,41	0,88	101,52
40	6,14	0,75	1,47	1,07	107,64
41	12,93	0,79	1,35	1,24	85,32
42	9,78	0,72	1,4	1,49	131,76
43	13,22	0,7	1,2	2,03	116,64
44	17,29	0,66	1,15	1,84	138,24
45	7,11	0,69	1,09	1,22	156,96
46	22,49	0,71	1,26	1,72	137,52
47	12,14	0,73	1,36	1,75	135,72
48	15,25	0,65	1,15	1,46	155,52
49	31,34	0,82	1,87	1,6	48,6
50	11,56	0,8	1,17	1,47	42,84

Корреляционный анализ экономических показателей

1.1. Построение матрицы парных коэффициентов корреляции

Парные коэффициенты корреляции характеризуют взаимосвязь между двумя wybranными переменными на фоне действия остальных показателей и являются самыми распространёнными показателями тесноты связи при статистическом анализе данных.

Расчёт матрицы выборочных парных коэффициентов корреляции осуществляется в Excel с помощью пакета анализа данных.

Таблица 2

	Y3	X5	X7	X10	X15
Y3	1				
X5	0,241163	1			
X7	0,118018	0,379629	1		
X10	0,450862	-0,00732	-0,20751	1	
X15	-0,32518	-0,61934	-0,37435	0,008075	1

Кроме того, для дальнейших расчётов необходимо привести корреляционную матрицу к обычному виду, заполнив верхний треугольник таблицы. При этом надо учесть, что матрица парных коэффициентов корреляции является симметричной и коэффициенты $r_{ij}=r_{ji}$.

Итак, получили матрицу парных коэффициентов корреляции размерности $k \times k$ (в нашем случае 5×5).

Таблица 3

Матрица парных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей

	Y3	X5	X7	X10	X15
Y3	1	0,241163	0,118018	0,450862	-0,32518
X5	0,241163	1	0,379629	-0,00732	-0,61934
X7	0,118018	0,379629	1	-0,20751	-0,37435
X10	0,450862	-0,00732	-0,20751	1	0,008075
X15	-0,32518	-0,61934	-0,37435	0,008075	1

Теперь необходимо проверить значимость полученных коэффициентов корреляции, т.е. гипотезу $H_0: \rho=0$. Для этого рассчитаем наблюдаемые значения t -статистик для всех коэффициентов по формуле:

$$t_{набл} = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

и построим матрицу наблюдаемых значений t -статистик для всех коэффициентов r_{ij} (таб.4).

Наблюдаемые значения t -статистик необходимо сравнить с критическим значением $t_{кр}$, найденным для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $\nu=n-2$.

Для этого используем встроенную функцию Excel введя в предложенное меню вероятность $\alpha=0,05$ и число степеней свободы $\nu=n-2=50-2=48$.

Получаем $t_{кр} = 2,010634722$

Таблица 4

Матрица наблюдаемых значений t -статистик парных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей

тнабл	Y3	X5	X7	X10	X15
Y3		1,7216	0,82341	3,4995	-2,38235
X5	1,7216		2,84297	-0,051	-5,4653
X7	0,8234	2,843		-1,47	-2,79693
X10	3,4995	-0,051	-1,4697		0,05595
X15	-2,382	-5,465	-2,7969	0,0559	

По результатам, представленным в табл. 4, наблюдаемое значение t -статистики больше критического $t_{кр} = 2,010634722$ по модулю для парных коэффициентов корреляции $\rho_{Y_3X_{10}}, \rho_{Y_3X_{15}}, \rho_{X_5X_7}, \rho_{X_5X_{15}}, \rho_{X_7X_{15}}$. Следовательно, гипотеза о равенстве нулю этих коэффициентов отвергается с вероятностью ошибки, равной 0,05, т.е. соответствующие коэффициенты значимы.

$\rho_{Y_3X_5}, \rho_{Y_3X_7}, \rho_{X_5X_{10}}, \rho_{X_7X_{10}}, \rho_{X_{10}X_{15}}$, Для остальных коэффициентов наблюдаемое значение t -статистики меньше критического значения по модулю, следовательно, гипотеза H_0 не отвергается, т.е. коэффициенты - незначимы.

Для проверки значимости парных коэффициентов корреляции можно также воспользоваться таблицами Фишера-Иейтса для нахождения критического значения $r_{кр}$ для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $\nu=n-2=50-2=48$.

По таб. $r_{кр} (\alpha=0,05; \nu=48)=0,267$.

Если соответствующий коэффициент $|r_{ij}| > r_{кр}$, то он считается значимым.

Отметим в матрице парных коэффициентов корреляции значимые.

Таблица 5

Матрица парных коэффициентов корреляции исследуемых показателей с выделением значимых коэффициентов (при $\alpha=0,05$)

	Y3	X5	X7	X10	X15
Y3	1	0,241163	0,118018	0,450862	-0,32518
X5	0,241163	1	0,379629	-0,00732	-0,61934
X7	0,118018	0,379629	1	-0,20751	-0,37435
X10	0,450862	-0,00732	-0,20751	1	0,008075
X15	-0,32518	-0,61934	-0,37435	0,008075	1

Для **значимых** парных коэффициентов корреляции можно построить с заданной надёжностью γ интервальную оценку $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$ с помощью Z -преобразования Фишера:

$$Z_r - \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-3}} \leq MZ \leq Z_r + \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-3}}$$

$$Z^{-1}(Z_r^{min}) \leq \rho \leq Z^{-1}(Z_r^{max})$$

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$$

Алгоритм построения интервальной оценки для генерального коэффициента корреляции следующий.

1). Z_r По найденному выборочному коэффициенту корреляции r с помощью Z -преобразования Фишера находят соответствующее значение Z_r , являющееся гиперболическим арктангенсом r :

$$Z_r = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r} = arcth(r)$$

Для этого в Excel есть встроенные функции, в качестве аргумента вводится значение соответствующего выборочного коэффициента корреляции r .

Следует учитывать, что Z -функция – нечетная, т.е. $Z(-r) = -Z(r)$.

2). Z_γ Найдём значение t_γ , соответствующее заданной надёжности $\gamma=0,95$.

$\Phi(t_\gamma) = \gamma$ - значение функции Лапласа.

Значение t_γ можно найти по таблице, а можно использовать встроенную функцию Excel:

Необходимо заметить, что Excel с помощью функции НОРМСТОБР выдаёт не значения функции Лапласа, а значение функции распределения стандартного нормального закона $F(t)$:

$$F(t) = \frac{1}{2} \cdot [1 + \Phi(t)]$$

Поэтому при расчёте всех интервальных оценок нужно пересчитывать $\gamma=0,95$ в

$$F(t) = \frac{1}{2} \cdot [1 + \Phi(t)] = \frac{1}{2} \cdot [1 + \gamma] = \frac{1}{2} \cdot [1 + 0,95] = 0,975$$

, а по этому значению уже вычислять t .

В нашем случае для надёжности $\gamma=0,95$: $F(t)=0,975$; $t_\gamma=1,959964$ (по таблице $t_\gamma=1,96$).

$$\Delta Z = \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-3}} = \frac{1,959964}{\sqrt{50-3}} = 0,28589$$

Находим

3). Z_{min} и Z_{max} Теперь можно найти Z_{min} и Z_{max} :

$$Z_{min} = Z_r - \Delta Z; \quad Z_{max} = Z_r + \Delta Z$$

4). ρ_{min} и ρ_{max} Наконец, используя обратное преобразование Фишера, находят нижнюю и верхнюю границы для генерального коэффициента корреляции ρ_{min} и ρ_{max} , соответствующие Z_{min} и Z_{max} .

Соответствующие значения ρ_{min} и ρ_{max} являются гиперболическими тангенсами Z_{min} и Z_{max}

$$r = th(Z) = \frac{e^{2Z} - 1}{e^{2Z} + 1}$$

Для их нахождения в Excel используем встроенные функции: и введя в качестве аргумента значения соответствующих Z_{min} и Z_{max} .

Можно найти значения ρ_{min} и ρ_{max} и по таблице Z-преобразования Фишера.

Построим с надёжностью $\gamma=0,95$ и с учётом найденного $\Delta Z = 0,28589$ доверительные интервалы для всех значимых парных коэффициентов корреляции, полученных нами. Расчёты представим в виде таблицы.

Таблица 6

Расчёт доверительных интервалов для парных генеральных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей с надёжностью $\gamma=0,95$

	r	Z_r	Z_{min}	Z_{max}	ρ_{min}	ρ_{max}
$Y_3 \times X_{10}$	0,450862	0,485782	0,1998914	0,771672	0,19727096	0,6479
$Y_3 \times X_{15}$	-0,325176	-0,33742	-0,623314	-0,05153	-0,5534312	-0,05149
$X_5 \times X_7$	0,379629	0,399626	0,1137357	0,685516	0,11324784	0,595094
$X_5 \times X_{15}$	-0,619341	-0,72394	-1,009826	-0,43805	-0,7656901	-0,41202
$X_7 \times X_{15}$	-0,374348	-0,39347	-0,679361	-0,10758	-0,5911036	-0,10717

Таким образом, доверительные интервалы с надёжностью $\gamma=0,95$ для всех значимых парных генеральных коэффициентов корреляции выглядят следующим образом:

$$P(0,19727 \leq \rho_{Y_3 \times X_{10}} \leq 0,6479) = 0,95$$

$$P(-0,55343 \leq \rho_{Y_3 \times X_{15}} \leq -0,05149) = 0,95$$

$$P(0,11325 \leq \rho_{X_5 \times X_7} \leq 0,59509) = 0,95$$

$$P(-0,76569 \leq \rho_{X_5 \times X_{15}} \leq -0,41202) = 0,95$$

$$P(-0,59110 \leq \rho_{X_7 \times X_{15}} \leq -0,10717) = 0,95$$

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Значимые прямые взаимосвязи обнаружены между изучаемым признаком Y_3 - рентабельность и факторным признаком X_{10} - фондоотдача, а также между факторными признаками X_5 - удельный вес рабочих в составе ППП и X_7 - коэффициент сменности оборудования.
2. Обратные значимые взаимосвязи наблюдаются между факторным признаком X_{15} - оборачиваемость нормируемых оборотных средств и изучаемым признаком Y_3 -

рентабельность; между факторным признаком X_{15} и X_5 - удельным весом рабочих в составе ППП; а также между факторным признаком X_{15} и X_7 - коэффициентом сменности оборудования.

- О тесноте связи можно судить по приближенности коэффициента корреляции по абсолютному значению к единице. Наиболее тесная связь наблюдается между удельным весом рабочих в составе ППП и оборачиваемостью нормируемых оборотных средств. Об этой связи можно сказать, что она умеренная ($0,5 \leq |r| \leq 0,7$), в то же время, остальные значимые связи являются слабыми ($0,3 \leq |r| \leq 0,5$).

1.2 Расчёт частных коэффициентов корреляции.

Сравнение частных и парных коэффициентов корреляции

Частные коэффициенты корреляции характеризуют взаимосвязь между двумя выбранными переменными при исключении влияния остальных показателей (т.е. характеризуют «чистую» связь только между этими признаками) и важны для понимания взаимодействия всего комплекса показателей, т.к. позволяют определить механизмы усиления-ослабления влияния переменных друг на друга.

Частный коэффициент $(k-2)$ -го порядка между переменными, например, между Y и X_1 , равен:

$$r_{YX_1/X_2X_3X_4} = r_{12/345} = - \frac{R_{12}}{\sqrt{R_{11}R_{22}}}$$

где R_{ij} – алгебраическое дополнение элемента r_{ij} корреляционной матрицы \mathbf{R} , равное $R_{ij} = (-1)^{i+j} \cdot M_{ij}$

M_{ij} – минор элемента r_{ij} корреляционной матрицы \mathbf{R} , т.е. определитель матрицы на 1 меньшего порядка, полученной из \mathbf{R} путём вычёркивания i -й строки и j -го столбца.

Сформировав в Excel соответствующие матрицы размерности $(k-1) \times (k-1)$ (в нашем случае 4×4), найдем с помощью встроенной функции определители этих матриц: указав в качестве массива соответствующую матрицу переменных.

Воспользовавшись этой функцией, получаем:

Таблица 7

Алгебраические дополнения корреляционной матрицы

R_{11}	0,48252	R_{12}	-(0,02028)	R_{24}	-0,00952
R_{22}	0,55534	R_{13}	-0,04886	R_{25}	-(-0,30082)
R_{33}	0,42276	R_{14}	-(0,22887)	R_{34}	-(-0,10839)
R_{44}	0,45305	R_{15}	0,12790	R_{35}	0,08093
R_{55}	0,58563	R_{23}	-(0,09779)	R_{45}	-(-0,04340)

Рассчитаем частные коэффициенты корреляции с помощью формул и занесем это в таблицу.

$$r_{13/245} = - \frac{R_{13}}{\sqrt{R_{11}R_{33}}}; \quad r_{14/235} = - \frac{R_{14}}{\sqrt{R_{11}R_{44}}};$$

$$r_{15/234} = - \frac{R_{15}}{\sqrt{R_{11}R_{55}}}; \quad r_{23/145} = - \frac{R_{23}}{\sqrt{R_{22}R_{33}}}; \quad \text{и т.д.}$$

Таблица 8

Матрица выборочных частных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей

	Y_3	X_5	X_7	X_{10}	X_{15}
Y_3	1	0,03917	0,1081842	0,489510	-0,2406076

X ₅	0,03917	1	0,2018278	0,018971	-0,5274903
X ₇	0,108184	0,201828	1	-0,24767	-0,1626469
X ₁₀	0,489510	0,018971	-0,247666	1	0,08425646
X ₁₅	-0,240608	-0,5275	-0,162647	0,084256	1

Теперь необходимо проверить значимость полученных частных коэффициентов корреляции, т.е. гипотезу $H_0: \rho_{ij/\dots} = 0$.

Для этого рассчитаем наблюдаемые значения t -статистик для всех коэффициентов по формуле:

$$t_{n \text{ а } \sigma_{\bar{r}}} = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-l-2}$$

где l – порядок частного коэффициента корреляции, совпадающий с количеством фиксируемых переменных случайных величин (в нашем случае $l=3$, например $\rho_{YX_1/X_2X_3X_4}$), а n – количество наблюдений.

Построим матрицу наблюдаемых значений t -статистик для всех коэффициентов $r_{ij/\dots}$

Таблица 9

Матрица наблюдаемых значений t -статистик частных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей

тнабл	Y3	X5	X7	X10	X15
Y3		0,26296	0,730006	3,7657588	-1,66290
X5	0,26296		1,382349	0,12729	-4,16511
X7	0,73001	1,38235		-1,7148	-1,10579
X10	3,7657588	0,12729	-1,71482		0,56723
X15	-1,6629	-4,1651	-1,10579	0,56723	

Наблюдаемые значения t -статистик необходимо сравнить с критическим значением $t_{кр}$, найденным для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $\nu=n-l-2$.

Для этого используем встроенную статистическую функцию Excel **СТЮДРАСПОБР**, введя в предложенное меню вероятность $\alpha=0,05$ и число степеней свободы $\nu=n-l-2=50-3-2=45$. (Можно найти значения $t_{кр}$ по таблицам математической статистики).

Получаем $t_{кр}=2,014103359$.

По результатам, представленным в таблице 9, наблюдаемое значение t -статистики больше критического $t_{кр}=2,014103359$ по модулю для частных коэффициентов корреляции

$\rho_{X_5X_{15}/YX_7X_{10}}$ и $\rho_{YX_{10}/X_5X_7X_{15}}$

Следовательно, гипотеза о равенстве нулю этих коэффициентов отвергается с вероятностью ошибки, равной 0,05, т.е. соответствующие коэффициенты значимы.

Для остальных коэффициентов наблюдаемое значение t -статистики меньше критического значения по модулю, следовательно, гипотеза H_0 не отвергается,

т.е. $\rho_{YX_5/\{\dots\}}; \rho_{YX_7/\{\dots\}}; \rho_{YX_{15}/\{\dots\}}; \rho_{X_5X_7/\{\dots\}}; \rho_{X_5X_{10}/\{\dots\}}; \rho_{X_7X_{10}/\{\dots\}}; \rho_{X_7X_{15}/\{\dots\}}; \rho_{X_{10}X_{15}/\{\dots\}}$ – незначимы.

Для проверки значимости частных коэффициентов корреляции можно также воспользоваться таблицами Фишера-Иейтса для нахождения критического значения $r_{кр}$ с учётом уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $\nu=n-l-2=50-3-2=45$. По таб. $r_{кр}$ ($\alpha=0,05; \nu=45$)=0,288. Если соответствующий коэффициент $|r| > r_{кр}$, то он считается значимым.

Отметим в матрице частных коэффициентов корреляции значимые.

Таблица 10

Матрица частных коэффициентов корреляции исследуемых показателей с выделением значимых коэффициентов (при $\alpha=0,05$)

	Y3	X5	X7	X10	X15

Y ₃	1	0,03917	0,1081842	0,489510	-0,2406076
X ₅	0,03917	1	0,2018278	0,018971	-0,5274903
X ₇	0,108184	0,201828	1	-0,24767	-0,1626469
X ₁₀	0,489510	0,018971	-0,247666	1	0,08425646
X ₁₅	-0,240608	-0,5275	-0,162647	0,084256	1

Для **значимых** частных коэффициентов корреляции можно построить с заданной надёжностью γ интервальную оценку $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$ с помощью Z-преобразования Фишера:

$$Z_r - \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-l-3}} \leq MZ \leq Z_r + \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-l-3}}$$

$$Z^{-1}(Z_r^{min}) \leq \rho \leq Z^{-1}(Z_r^{max})$$

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$$

Алгоритм построения интервальной оценки для частного генерального коэффициента корреляции такой же, как и для парного; единственное отличие заключается в расчёте ΔZ :

$$\Delta Z = \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-l-3}}$$

где l – порядок частного коэффициента корреляции, совпадающий с количеством фиксируемых переменных случайных величин (в нашем случае $l=3$), а n – количество наблюдений.

$$\Delta Z = \frac{t_\gamma}{\sqrt{n-l-3}} = \frac{1,959964}{\sqrt{50-3-3}} = 0,29548$$

Построим с надёжностью $\gamma=0,95$ и с учётом найденного $\Delta Z = 0,29548$ доверительные интервалы для всех значимых частных коэффициентов корреляции, полученных нами. Расчёты представим в виде таблицы 11.

Таблица 11

Расчёт доверительных интервалов для частных генеральных коэффициентов корреляции исследуемых экономических показателей с надёжностью $\gamma=0,95$

	r	Z _r	Z _{min}	Z _{max}	ρ_{min}	ρ_{max}
YX ₁₀	0,48950965	0,535415	0,2399396	0,830891	0,23543867	0,680954
X ₅ X ₁₅	-0,5274903	-0,58666	-0,882137	-0,29119	-0,7074884	-0,283226

Таким образом, доверительные интервалы с надёжностью $\gamma=0,95$ для всех значимых частных генеральных коэффициентов корреляции выглядят следующим образом:

$$P(0,23543867 \leq \rho_{YX_{10}/X_5 X_7 X_{15}} \leq 0,680954) = 0,95$$

$$P(-0,707488 \leq \rho_{X_5 X_{15}/Y X_7 X_{10}} \leq -0,283226) = 0,95$$

Теперь построим таблицу сравнения выборочных парных и частных коэффициентов корреляции для всех переменных.

Сравнение парных и частных коэффициентов играет важную роль в выявлении механизмов воздействия переменных друг на друга.

Таким образом, если оказывается, что парный коэффициент корреляции между двумя переменными по модулю *больше* соответствующего частного, то остальные переменные *усиливают* связь между этими двумя признаками. Соответственно, если парный коэффициент корреляции между двумя переменными по абсолютной величине меньше частного, то остальные признаки *ослабляют* связь между рассматриваемыми двумя.

Таблица 12

Таблица сравнения выборочных оценок парных и частных коэффициентов корреляции пар исследуемых показателей с выделением значимых коэффициентов (при $\alpha=0,05$)

Между переменными	Коэффициент корреляции	
	парный	частный
$Y X_5$	0,241163	0,03917
$Y X_7$	0,118018	0,108184
$Y X_{10}$	0,450862	0,489510
$Y X_{15}$	-0,32518	-0,24061
$X_5 X_7$	0,379629	0,201828
$X_5 X_{10}$	-0,00732	0,018971
$X_5 X_{15}$	-0,61934	-0,52749
$X_7 X_{10}$	-0,20751	-0,24767
$X_7 X_{15}$	-0,37435	-0,16265
$X_{10} X_{15}$	0,008075	0,084256

По полученным данным можно сделать следующие выводы.

Значимые корреляционные зависимости, полученные на этапе расчёта парных коэффициентов корреляции, подтвердились и при вычислении частных коэффициентов корреляции только для связей между рентабельностью и фондоотдачей, и удельным весом рабочих в составе ППП и оборачиваемостью нормируемых оборотных средств. При этом выявлены следующие механизмы воздействия переменных друг на друга:

1. Прямая связь между рентабельностью и фондоотдачей достаточно тесная и значимая, при этом частный коэффициент по модулю немного меньше парного. Следовательно, остальные переменные, включённые в корреляционную модель (X_5 - удельный вес рабочих в составе ППП, X_7 - коэффициент сменности оборудования и X_{15} - оборачиваемость нормируемых оборотных средств) ослабляют взаимосвязь между указанными факторными признаками.

2. Между факторными признаками X_5 - удельным весом рабочих в составе ППП и X_{15} - оборачиваемостью нормируемых оборотных средств также существует значимая обратная корреляционная связь. Её усиливают переменные, включенные в корреляционную модель, так как парный коэффициент по абсолютному значению больше частного.

3. Для связи рентабельности (Y) с удельным весом рабочих в составе ППП (X_5), а также рентабельности и коэффициента сменности оборудования (X_7) характерна следующая ситуация: обе связи незначимы, являются прямыми, воздействие других переменных значительно усиливает эти взаимосвязи.

4. Парный коэффициент корреляции для связи $X_5 X_7$ значим, но его частный коэффициент незначим, то есть значимость этой прямой корреляционной связи не подтвердилась. В тоже время, ее усиливают переменные, включенные в корреляционную модель.

5. Аналогичная ситуация происходит со связями рентабельности (Y) с оборачиваемостью нормируемых оборотных средств (X_{15}) и коэффициента сменности оборудования (X_7) также с оборачиваемостью нормируемых оборотных средств: парный коэффициент значим, взаимосвязи обратные, и их усиливает переменные, включенные в модель.

6. Единственная обратная взаимосвязь, которая ослабляется остальными переменными – это связь между коэффициентом сменности оборудования (X_7) и фондоотдачей (X_{10}), так как значение частного коэффициента превышает значение парного по модулю. Но эта взаимосвязь незначима.

1.3 Расчёт множественных коэффициентов корреляции

Множественные коэффициенты корреляции служат мерой связи одной переменной с совместным действием всех остальных показателей.

Вычислим точечные оценки множественных коэффициентов корреляции. Множественный коэффициент корреляции, например, для 1-го показателя Y вычисляется по формуле:

$$r_{1/2345} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{11}}}$$

где $|R|$ - определитель корреляционной матрицы R ;

R_{ii} – алгебраическое дополнение элемента r_{ii} корреляционной матрицы R .

Все алгебраические дополнения R_{ii} были найдены в п.2.2 на этапе расчёта частных коэффициентов корреляции, поэтому осталось вычислить только определитель самой корреляционной матрицы.

Чтобы найти определитель корреляционной матрицы, воспользуемся встроенной математической функцией Excel

Получим $|R| = 0,327084571$.

$$r_{Y/\{\dots\}} = r_{1/2345} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{11}}} = \sqrt{1 - \frac{0,327085}{0,48252}} = 0,567569;$$

$$r_{X_5/\{\dots\}} = r_{2/1345} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{22}}} = \sqrt{1 - \frac{0,327085}{0,55534}} = 0,641108;$$

$$r_{X_7/\{\dots\}} = r_{3/1245} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{33}}} = \sqrt{1 - \frac{0,327085}{0,42276}} = 0,475731;$$

$$r_{X_{10}/\{\dots\}} = r_{4/1235} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{44}}} = \sqrt{1 - \frac{0,327085}{0,45305}} = 0,527289;$$

$$r_{X_{15}/\{\dots\}} = r_{5/1234} = \sqrt{1 - \frac{|R|}{R_{55}}} = \sqrt{1 - \frac{0,327085}{0,58563}} = 0,664443;$$

Множественный коэффициент детерминации ($R^2_{i/\{\dots\}}$) (и его выборочная оценка $r^2_{i/\{\dots\}}$) показывает долю дисперсии рассматриваемой случайной величины, обусловленную влиянием остальных переменных, включённых в корреляционную модель.

Соответственно $(1 - R^2_{i/\{\dots\}})$ показывает долю остаточной дисперсии данной случайной величины, обусловленную влиянием других, не включённых в исследуемую модель факторов.

Множественные коэффициенты детерминации получаются возведением соответствующих множественных коэффициентов корреляции в квадрат (таб. 13).

Проверим значимость полученных множественных коэффициентов корреляции и детерминации.

Проверка значимости, т.е. гипотезы о равенстве нулю соответствующего множественного коэффициента корреляции, осуществляется с помощью статистики:

$$F_{n \text{ а } \overline{\alpha}} = \frac{\frac{r^2_{i/\{\dots\}}}{l}}{\frac{1 - r^2_{i/\{\dots\}}}{n - l - 1}},$$

где l – порядок множественного коэффициента корреляции, совпадающий с количеством фиксируемых переменных случайных величин (в нашем случае $l=4$, например,

$r_{Y/X_5X_7X_{10}X_{15}}$), а n – количество наблюдений.

Произведя расчёты, получим (таб.13).

Для определения значимости множественных коэффициентов корреляции и детерминации нужно найти критическое значение F -распределения для заданного уровня значимости α и числа степеней свободы числителя $\nu_1=l$ и знаменателя $\nu_2=n-l-1$.

Для определения $F_{кр}$ можно воспользоваться встроенной функцией Excel:

введя в предложенное меню вероятность $\alpha=0,05$ и число степеней свободы $\nu_1=l=4$ и $\nu_2=n-l-1=50-4-1=45$.

Можно найти значения $F_{кр}$ по таблицам математической статистики.

Получаем $F_{кр}(0,05; 4; 45)= 2,578739184$.

Таблица 13

Множественные коэффициенты корреляции и детерминации исследуемых показателей с выделением значимых коэффициентов (на уровне значимости $\alpha=0,05$)

Множественный коэффициент корреляции	Множественный коэффициент детерминации r^2	Значение статистики $F_{набл}$	
$r_{Y/...}$	0,5675688	0,3221344	5,3462093
$r_{X5/...}$	0,641108	0,4110195	7,8508016
$r_{X7/...}$	0,4757306	0,2263196	3,2908884
$r_{X10/...}$	0,527289	0,2780337	4,3324456
$r_{X15/...}$	0,6644429	0,4414844	8,8926764

Если наблюдаемое значение F -статистики превосходит ее критическое значение $F_{кр}=2,578739184$, то гипотеза о равенстве нулю соответствующего множественного коэффициента корреляции отвергается с вероятностью ошибки, равной 0,05. Следовательно, у нас все коэффициенты значимо отличаются от нуля.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

Множественный коэффициент корреляции $r_{Y/X_1X_2X_3X_4} = 0,5675688$ значим и имеет достаточно высокое значение, что говорит о том, показатель Y – рентабельность имеет умеренную связь с многомерным массивом факторных признаков X_5 – удельный вес рабочих в составе ППП, X_7 – коэффициент сменности оборудования, X_{10} - фондоотдача и X_{15} – оборачиваемость нормируемых оборотных средств. Это даёт основание для проведения дальнейшего регрессионного анализа.

Множественный коэффициент детерминации $r^2_{Y/...}=0,3221344$ показывает, что 32,21% доли дисперсии Y – объёма промышленной продукции, обусловлены изменениями факторных признаков.

Факторные признаки также являются значимыми, несмотря на то, что у X_7 и X_{10} всего 22,63% и 27,80% доля дисперсии соответственно обусловлены изменениями факторных признаков. Более тесная связь с другими переменными наблюдается у X_5 и X_{15} , у которых 41,10% и 44,15% доли дисперсии обусловлены изменениями остальными рассматриваемыми признаками, а остальное факторами, которые не включены в изучаемую модель.

2. Анализ экономических показателей деятельности предприятий машиностроения
Значения показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятий машиностроения приведены в таблице

Рассматриваются следующие показатели:

Y_1 - производительность труда;

Y₂ - индекс снижения себестоимости продукции;
Y₃ - рентабельность;
X₄ - трудоемкость единицы продукции;
X₅ - удельный вес рабочих в составе ППП;
X₆ - удельный вес покупных изделий;
X₇ - коэффициент сменности оборудования;
X₈ - премии и вознаграждения на одного работника;
X₉ - удельный вес потерь от брака;
X₁₀ - фондоотдача;
X₁₁ - среднегодовая численность ППП;
X₁₂ - среднегодовая стоимость ОПФ;
X₁₃ - среднегодовой фонд заработной платы ППП;
X₁₄ - фондовооруженность труда;
X₁₅ - обрачиваемость нормируемых оборотных средств;
X₁₆ - обрачиваемость ненормируемых оборотных средств;
X₁₇ - непроизводственные расходы.

Таблица 14

№п/п	Y ₁	Y ₂	Y ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
1	9,26	204,2	13,26	0,23	0,78	0,4	1,37	1,23	0,23	1,45	26006	167,69	47750	6,4	166,32	10,08	17,72
2	9,38	209,6	10,16	0,24	0,75	0,26	1,49	1,04	0,39	1,3	23935	186,1	50391	7,8	92,88	14,76	18,39
3	12,11	222,6	13,72	0,19	0,68	0,4	1,44	1,8	0,43	1,37	22589	220,45	43149	9,76	158,04	6,48	26,46
4	10,81	236,7	12,85	0,17	0,7	0,5	1,42	0,43	0,18	1,65	21220	169,3	41089	7,9	93,96	21,96	22,37
5	9,35	62	10,63	0,23	0,62	0,4	1,35	0,88	0,15	1,91	7394	39,53	14257	5,35	173,88	11,88	28,13
6	9,87	53,1	9,12	0,43	0,76	0,19	1,39	0,57	0,34	1,68	11586	40,41	22661	9,9	162,3	12,6	17,55
7	8,17	172,1	25,83	0,31	0,73	0,25	1,16	1,72	0,38	1,94	26609	102,96	52509	4,5	88,56	11,52	21,92
8	9,12	56,5	23,39	0,26	0,71	0,44	1,27	1,7	0,09	1,89	7801	37,02	14903	4,88	101,16	8,28	19,52
9	5,88	52,6	14,68	0,49	0,69	0,17	1,16	0,84	0,14	1,94	11587	45,74	25587	3,46	166,32	11,52	23,99
10	6,3	46,6	10,05	6,36	0,73	0,39	1,25	0,6	0,21	2,06	9475	40,07	16821	3,6	140,76	32,4	21,76
11	6,22	53,2	13,99	0,37	0,68	0,33	1,13	0,82	0,42	1,96	10811	45,44	19459	3,56	128,52	11,52	25,68
12	5,49	30,1	9,68	0,43	0,74	0,25	1,1	0,84	0,05	1,02	6371	41,08	12973	5,65	177,84	17,28	18,13
13	6,5	146,4	10,03	0,35	0,66	0,32	1,15	0,67	0,29	1,85	26761	136,14	50907	4,28	114,48	16,2	25,74
14	6,61	18,1	9,13	0,38	0,72	0,02	1,23	1,04	0,48	0,88	4210	42,39	6920	8,85	93,24	13,32	21,21
15	4,32	13,6	5,37	0,42	0,68	0,06	1,39	0,66	0,41	0,62	3557	37,39	5736	8,52	126,72	17,28	22,97
16	7,37	89,8	9,86	0,3	0,77	0,15	1,38	0,86	0,62	1,09	14148	101,78	26705	7,19	91,8	9,72	16,38
17	7,02	62,5	12,62	0,32	0,78	0,08	1,35	0,79	0,56	1,6	9872	47,55	20068	4,82	69,12	16,2	13,21
18	8,25	46,3	5,02	0,25	0,78	0,2	1,42	0,34	1,76	1,53	5975	32,61	11487	5,46	66,24	24,84	14,48
19	8,15	103,5	21,18	0,31	0,81	0,2	1,37	1,6	1,31	1,4	16662	103,25	32029	6,2	67,68	14,76	13,38
20	8,72	73,3	25,17	0,26	0,79	0,3	1,41	1,46	0,45	2,22	9166	38,95	18946	4,25	50,4	7,56	13,69
21	6,64	76,6	19,4	0,37	0,77	0,24	1,35	1,27	0,5	1,32	15118	81,32	28025	5,38	70,56	8,64	16,66
22	8,1	73,01	21	0,29	0,78	0,1	1,48	1,58	0,77	1,48	11429	67,26	20968	5,88	72	8,64	15,06
23	5,52	32,3	6,57	0,34	0,72	0,11	1,24	0,68	1,2	0,68	6462	59,92	11049	9,27	97,2	9	20,09
24	9,37	199,6	14,19	0,23	0,79	0,47	1,4	0,86	0,21	2,3	24628	107,34	45893	4,36	80,28	14,76	15,98
25	13,17	598,1	15,81	0,17	0,77	0,53	1,45	1,98	0,25	1,37	49727	512,6	99400	10,31	51,48	10,08	18,27
26	6,67	71,2	5,23	0,29	0,8	0,34	1,4	0,33	0,15	1,51	11470	53,81	20719	4,69	105,12	14,76	14,42

Продолжение таблицы 14

27	5,68	90,8	7,99	0,41	0,71	0,2	1,28	0,45	0,66	1,43	19448	80,83	36813	4,16	128,52	10,44	22,76
28	5,22	82,1	17,5	0,41	0,79	0,24	1,33	0,74	0,74	1,82	18963	59,42	33956	3,13	94,68	14,76	15,41
29	10,02	76,2	17,16	0,22	0,76	0,54	1,22	0,03	0,32	2,62	9185	36,96	17016	4,02	85,32	20,52	19,35
30	8,16	119,5	14,54	0,29	0,78	0,4	1,28	0,99	0,89	1,75	17478	91,43	34873	5,23	76,32	14,4	16,83
31	3,78	21,9	6,24	0,51	0,62	0,2	1,47	0,24	0,23	1,54	6265	17,16	11237	2,74	153	24,84	30,53
32	6,48	48,4	12,08	0,36	0,75	0,64	1,27	0,57	0,32	2,25	8810	27,29	17306	3,1	107,64	11,16	17,98
33	10,44	173,5	9,49	0,23	0,71	0,42	1,51	1,22	0,54	1,07	17659	184,33	39250	10,44	90,72	6,48	22,09
34	7,65	74,1	9,28	0,26	0,74	0,27	1,46	0,68	0,75	1,44	10342	58,42	19074	5,65	82,44	9,72	18,29
35	8,77	68,6	11,42	0,27	0,65	0,37	1,27	1	0,16	1,4	8901	59,4	18452	6,67	79,92	3,24	26,05
36	7	60,8	10,31	0,29	0,66	0,38	1,43	0,81	0,24	1,31	8402	49,63	17500	5,91	120,96	6,48	26,2
37	11,06	355,6	8,65	0,01	0,84	0,35	1,5	1,27	0,59	1,12	32625	391,27	7888	11,99	84,6	5,4	17,26
38	9,02	264,8	10,94	0,02	0,74	0,42	1,35	1,14	0,56	1,16	31160	258,62	58947	8,3	85,32	6,12	18,83
39	13,28	526,6	9,87	0,18	0,75	0,32	1,41	1,89	0,63	0,88	46461	75,66	94697	1,63	101,52	8,64	19,7
40	9,27	118,6	6,14	0,25	0,75	0,33	1,47	0,67	1,1	1,07	13833	123,68	29626	8,94	107,64	11,88	16,87
41	6,7	37,1	12,93	0,31	0,79	0,29	1,35	0,96	0,39	1,24	6391	37,21	11688	5,82	85,32	7,92	14,63
42	6,69	57,7	9,78	0,38	0,72	0,3	1,4	0,67	0,73	1,49	11115	53,37	21955	4,8	131,76	10,08	22,17
43	9,42	51,6	13,22	0,24	0,7	0,56	1,2	0,98	0,28	2,03	6555	32,87	12243	5,01	116,64	18,72	22,62
44	7,24	64,7	17,29	0,31	0,66	0,42	1,15	1,16	0,1	1,84	11085	45,63	20193	4,12	138,24	13,68	26,44
45	5,39	48,3	7,11	0,42	0,69	0,26	1,09	0,54	0,68	1,22	9484	48,41	20122	5,1	156,96	16,56	22,26
46	5,61	15	22,49	0,51	0,71	0,16	1,26	1,23	0,87	1,72	3967	13,58	7612	3,49	137,52	14,76	19,13
47	5,59	87,5	12,14	0,31	0,73	0,45	1,36	0,78	0,49	1,75	15283	63,99	27404	4,19	135,72	7,92	18,28
48	6,57	108,4	15,25	0,37	0,65	0,31	1,15	1,16	0,16	1,46	20874	104,55	39648	5,01	155,52	18,36	28,23
49	6,54	267,3	31,34	0,16	0,82	0,08	1,87	4,44	0,85	1,6	19418	222,11	43799	11,44	48,6	8,28	12,39
50	4,23	34,2	11,56	0,18	0,8	0,68	1,17	1,06	0,13	1,47	3351	25,76	6235	7,67	42,84	14,04	11,64

1.4 Эконометрические методы исследования социально-экономических процессов

Вопросы для обсуждения:

1. Теоретические основы прогнозирования x социально-экономических процессов
Декомпозиция временного ряда: тренд, циклическая составляющая, сезонность, случайная компонента.

2. Моделирование случайной компоненты временного ряда: методология Бокса-Дженкинса ARIMA Стационарность. Единичный корень.

3. Статистика Дики-Фуллера. Алгоритм подбора модели временного ряда.

4. Модели ARCH и GARCH.

5. Динамические модели со стационарными переменными и методы их оценивания.

6. Авторегрессионная модель при наличии автокорреляции ошибок. Оценивание. Тесты на наличия автокорреляции (Тест Дарбина).

7. Интегральные индикаторы. Методы построения интегральных индикаторов

Примерные задания:

1. По данным таблицы требуется:

а) провести сглаживание временного ряда, используя
- пятичленную простую скользящую среднюю;
- пятичленную взвешенную скользящую среднюю (выравнивание проводить по полиному второго порядка);

б) восстановить последние потерянные уровни.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
y_t	15.3	17.3	18.1	17.3	18.9	17.6	20.9	16.9	17.8	18.9	19.2

2. По данным таблицы требуется:

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y_t	95	100	108	113	124	135	149	160	169

а) используя критерий «восходящих и нисходящих» серий, проверить гипотезу о наличии тенденции;

б) рассчитайте коэффициенты линейного тренда $\bar{y}_t = a_0 + a_1 t$. На основе полученной модели определите прогнозное значение в точке $t = 10$;

в) оценить адекватность модель.

3. В таблице представлены данные об объеме экспорта Российской Федерации (млрд. долл., цены Фондовой Общероссийской биржи (ФОБ))

Год	Объем экспорта по кварталам, млрд. долл.			
	1	2	3	4
1994	4087	4737	5768	6005
1978	5639	6745	6311	7107
1979	5741	7087	7310	8600
1980	6975	6891	7527	7971

а) проведите анализ компонентного состава временного ряда;

б) рассчитайте оценки коэффициентов сезонности;

в) используя тренд-сезонную модель, основанную на экспоненциальном сглаживании, рассчитайте прогнозное значение показателя в 1 квартале 1981 г.

г) оцените адекватность модели.

4. В таблице представлены данные о динамике среднемесячных котировок Лондонской биржи металлов на свинец, дол. за тонну.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y _t	325	335	336	321	313	308	301	286	285	285	280	277
t	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y _t	265	268	270	270	267	268	264	259	239	229	221	231

По данным таблицы по первым 23 точкам требуется построить:

а) построить полиномиальные модели Брауна нулевого, первого и второго порядков – модели многократного сглаживания с постоянной $\alpha=0,1$. Оценить адекватность модель;

б) модифицированную на основе эволюционного подхода модель линейного роста Брауна и сделать прогноз на один шаг вперед;

в) адаптивную селективную модель, содержащую в базовом наборе две адаптивные модели, в качестве критерия для отбора лучшей модели взять критерий В;

г) адаптивную гибридную модель, содержащую в базовом наборе две адаптивные модели;

д) адаптивную модель временного ряда, генерируемого авторегрессионной схемой с дрейфующими коэффициентами.

Сделать прогноз на один шаг вперед и оценить точность моделей, сравнивая прогнозное значение с истинным значением уровня ряда при $t=24$.

5. Используя данные с сайта РОССТАТА Статистический сборник Региональная статистика) (ссылка на сайт https://rosstat.gov.ru/regional_statistics) построить объективный составной индекс для измерения и сравнения качества жизни регионов Российской Федерации. Для чего, прежде всего, оцените с экспертной точки зрения необходимый список показателей, которые должны быть включены в модель, затем составьте список статистически значимых показателей. Сопоставьте их и проанализируйте. После чего приступайте к построению индикаторов. Выберите наиболее значимый и интерпретируйте его.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 Способность идентифицировать проблемы в конкретных условиях деятельности, находить пути их решения, обобщать статистические материалы и результаты позитивных исследований		
Знать	– понятийно-категориальный и методический аппарат дисциплины, специфику и возможности его использования в различных условиях и сферах профессиональной деятельности;	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные положения многомерного статистического анализа, его задачи и методы. 2. Распределение генеральных совокупностей. 3. Виды параметрических распределений. 4. Характеристики генеральных совокупностей. 5. Связь между признаками в генеральной совокупности. 6. Многомерная нормально распределенная генеральная совокупность. 7. Выборка из генеральной совокупности. 8. Статистические методы точечного оценивания параметров многомерной генеральной совокупности. 9. Доверительные интервалы. 10. Гипотезы о параметрах многомерной нормально распределенной генеральной совокупности. 11. Основные понятия корреляционного анализа. 12. Трехмерная модель корреляционного анализа. 13. Ранговая корреляция. 14. Основные положения регрессионного анализа. 15. Множественное линейное уравнение регрессии. 16. Метод главных компонент. 17. Основные положения и алгоритм метода главных факторов. 18. Проблема вращения в факторном анализе. 19. Общая характеристика методов кластерного анализа. 20. Иерархический кластер-анализ. 21. Основные положения дискриминантного анализа. 22. Канонические корреляции и их оценки.

<p>Уметь</p>	<p>– оперировать понятийно-категориальным и методическим аппаратом дисциплины; – определять специфику и возможности использования понятийно- категориального и методического аппарата дисциплины в процессе идентификации проблем, разработки путей их решения, обобщения материалов и результатов позитивных исследований в профессиональной деятельности;</p>	<p><i>Практические задания:</i> 1. По имеющемуся ряду данных - данные о рынке акций с сайта финансовой аналитики «ФИНАМ» – котировки (ссылка на сайт: https://www.finam.ru/quotes/stocks/russia/) или статистические данные Федеральной службы государственной статистики о состоянии экономики РФ и/или ее регионов (ссылка на сайт: https://rosstat.gov.ru/): – определите, какую модель лучше построить для составления краткосрочного или долгосрочного прогноза; – постройте доверительные интервалы для своей модели – дайте прогноз на n наблюдения вперед. Необходимое количество уровней ряда определите самостоятельно, исходя их поставленной исследовательской задачи 2. Оцените возможность применения метода главных компонент для построения объективных показателей изменения качества жизни населения регионов РФ. Для выполнения задания рекомендуется использовать данные с сайта Федеральной службы государственной статистики (ссылка на сайт: https://rosstat.gov.ru/regional_statistics).</p>
<p>Владеть</p>	<p>– профессиональным языком предметной области знания; – навыками выявления специфики и возможностей использования понятийно- категориального и методического аппарата дисциплины в процессе идентификации проблем, разработки путей их решения, обобщения материалов и результатов позитивных исследований в профессиональной деятельности;</p>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i> Используя промежуточные материалы диссертационного исследования, оцените возможность построения многомерных регрессионных моделей по имеющимся данным. При необходимости для тренировочного задания можно воспользоваться данными РОССТАТА - Официальная статистика (ссылка на сайт ссылка на сайт: https://rosstat.gov.ru/).</p>
<p>ПК-3 Готовность организовать экспертные исследования, самому выступить в роли эксперта по вопросам научной специальности</p>		

<p>Знать</p>	<p>– математические методы планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики, их преимущества и недостатки; – принципы и алгоритмы организации экспертных исследований в области экономики с помощью математических методов;</p>	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация рядов социально-экономической динамики и основные правила их построения 2. Важнейшие характеристики изменения уровней рядов динамики. Разложение временного ряда на компоненты 3. Стационарные временные ряды и их основные характеристики 4. Методы проверки гипотезы о существовании тренда 5. Модели кривых роста. Методы выбора кривых роста 6. Сглаживание временного ряда с помощью скользящих средних. Эффект Слуцкого-Юла 7. Статистические методы оценки уровня сезонности. Прогнозирование с помощью тренд-сезонных моделей 8. Сезонная декомпозиция и корректировка временных рядов 9. Моделирование сезонных колебаний с использованием фиктивных переменных 10. Спектральный анализ временных рядов 11. Сущность адаптивных методов и сфера их применения 12. Экспоненциальное сглаживание 13. Адаптивные полиномиальные модели 14. Адаптивные модели сезонных явлений 15. Авторегрессионные модели стационарных временных рядов 16. Модели скользящего среднего стационарных временных рядов 17. Комбинированные модели стационарных временных рядов 18. Метод Бокса-Дженкинса 19. Идентификация модели нестационарного временного ряда 20. Особенности построения и использования многофакторных моделей 21. Основы теории экспертного оценивания 22. Организация экспертиз. Особенности применения экспертной методологии в прогнозировании 23. Критерии адекватности и точности модели прогнозируемого ряда. 24. Точечные априорные оценки точности прогноза 25. Интервальные априорные оценки точности прогноза 26. Апостериорное оценивание точности прогноза и качества модели 27. Интегральные индикаторы. Методы построения интегральных индикаторов 28. Математические основы планирования эксперимента. Регрессионный анализ. 29. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Принципы составления планов ПФЭ. Составление матрицы плана эксперимента при кодировании представлении факторов. 30. ПФЭ для трёх переменных. Составление таблицы плана и расположение экспериментальных точек в факторном пространстве кодированных факторов. 31. Дробные планы или дробные реплики от полного факторного эксперимента (ДФЭ). Виды дробных планов: полуре-плика, четвертьреплика, 1/8 – реплика, 1/16 – реплика.
--------------	---	--

Уметь	<p>– обосновано выбирать и применять математические методы планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики;</p> <p>– оперировать принципами и алгоритмами организации экспертных исследований в области экономики с помощью математических методов;</p>	<p><i>Практические задания:</i></p> <p>1. В таблице представлены данные о квартальной динамике прибыли компании (в постоянных ценах, млн. руб.):</p> <table border="1" data-bbox="1086 228 1805 475"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Год</th> <th colspan="4">Расходы по кварталам</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>181</td> <td>207</td> <td>198</td> <td>172</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>179</td> <td>199</td> <td>188</td> <td>166</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>171</td> <td>187</td> <td>176</td> <td>156</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>161</td> <td>167</td> <td>158</td> <td>138</td> </tr> </tbody> </table> <p>– проведите анализ компонентного состава временного ряда;</p> <p>– постройте адаптивную сезонную модель;</p> <p>– рассчитайте прогнозное значение показателя в 1 квартале следующего года;</p> <p>– оцените точность модели.</p> <p>2. Используя данные сайта Федеральной службы государственной статистики (ссылка на сайт: https://rosstat.gov.ru/regional_statistics) постройте объективный составной индекс для измерения и сравнения качества жизни регионов РФ, для этого:</p> <p>- оцените с экспертной точки зрения необходимый список показателей, которые должны быть включены в модель;</p> <p>– составьте список статистически значимых показателей, сопоставьте их и проанализируйте;</p> <p>– постройте индикаторы;</p> <p>– выберите наиболее значимый и интерпретируйте его.</p>	Год	Расходы по кварталам				1	2	3	4	11	181	207	198	172	22	179	199	188	166	33	171	187	176	156	44	161	167	158	138
Год	Расходы по кварталам																														
	1	2	3	4																											
11	181	207	198	172																											
22	179	199	188	166																											
33	171	187	176	156																											
44	161	167	158	138																											
Владеть	<p>– навыками обоснованного выбора и применения математических методов планирования и обработки результатов экспертных исследований в области экономики;</p> <p>– навыками аргументации и представления результатов экспертных исследований в области экономики.</p>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i></p> <p>Определите пути, способы решения задач с использованием математического аппарата, возникающих в ходе Вашего научного исследования.</p>																													

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Зачет с оценкой по дисциплине проводится по окончании изучения дисциплины. Он является формой итогового контроля знаний и умений аспирантов по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

Подготовка аспиранта к зачёту с оценкой включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету с оценкой по темам курса;
- подготовка к ответу на зачётные вопросы.

Результат зачета с оценкой выражается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не зачтено».

Оценки «отлично» заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется аспирантам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценки «хорошо» заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает аспирант, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется аспирантам, допустившим погрешности в ответе на зачете с оценкой, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «не зачтено» выставляется аспиранту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «не зачтено» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.