



Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович  
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности  
Дата подписания: 16.06.2026 14:06:11  
Уникальный программный ключ:  
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:  
Руководитель ООП  
 / С.М. Дудаков /  
16.06.2026 года  


**Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)**

**ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Направление подготовки  
02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Профиль подготовки  
Программная инженерия в искусственном интеллекте

Для студентов 3-го курса

Очная форма

Составитель: к.ф.-м.н., доцент С.В.Архипов

Тверь, 2026

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

#### Цель курса

В курсе дается обзор современных задач анализа данных и методов их решения, включая анализ социальных сетей, текстов, построение ансамблей алгоритмов, в том числе с помощью алгебраического подхода к решению задач классификации.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Данная дисциплина относится к разделу «Дисциплины профиля подготовки» части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

### **3. Объем дисциплины: 2 зачетных единиц, 72 академических часа, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции 32 часа, лабораторные работы 32 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 0, в том числе курсовая работа 0;

**самостоятельная работа:** 8 часов, в том числе контроль 0 часов.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения

### **5. Форма промежуточной аттестации зачет, (6 семестр).**

### **6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**1. Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	Самостоятельная работа (час.), в том числе контроль
		Лекции		Лабораторные работы			
		всего	В т.ч. практическая подготовка	всего	В т.ч. практическая подготовка		
Модель парной линейной регрессии (ЛР). Свойства оценок в модели парной ЛР	18	8		8			2
Преобразования переменных в регрессионном анализе	4	2		2			
Модель множественной линейной регрессии (МЛР): две объясняющие переменные и $k$ объясняющих переменных	30	12		12			6
Спецификация модели линейной регрессии	4	2		2			
Гетероскедастичность остатков	4	2		2			
Автокорреляция остатков	4	2		2			
Фиктивные переменные	4	2		2			
Модели с распределенными лагами	4	2		2			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>32</b>		<b>32</b>			<b>8</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
Модель парной линейной регрессии (ЛР). Свойства оценок в модели парной ЛР	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Преобразования переменных в регрессионном анализе	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Самостоятельное изучение теоретического материала
Модель множественной линейной регрессии (МЛР): две объясняющие переменные и $k$ объясняющих переменных	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Спецификация модели линейной регрессии	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Гетероскедастичность остатков	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Автокорреляция остатков	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Фиктивные переменные	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Модели с распределенными лагами	Лекции, Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, лабораторных работ и различных форм самостоятельной работы студентов.

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций:

лабораторные работы в компьютерных классах, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов организуется в форме решения заданий по предложенным тематикам, а также выполнении расчетных или курсовых работ, письменных домашних заданий.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации.**

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

##### **ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта**

ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях

ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения

*Для всех индикаторов один способ аттестации:*

Форма аттестации: ответ по темам курса (зачет)

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- *ответ целостный, верный, теоретически обоснованный. Ключевые понятия и термины полностью раскрыты. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 30 баллов;*
- *теоретическая аргументация неполная или смысл ключевых понятий не объяснен – 20 баллов;*
- *допущены ошибки, приведшие к искажению смысла. терминологический аппарат раскрыт – 10 баллов;*
- *допущены ошибки, свидетельствующие о непонимании темы. Терминологический аппарат не раскрыт – 0 баллов;*
- *верно решены задачи, иллюстрирующая знание курса – 10 баллов;*
- *при решении задач, допущены арифметические ошибки – 5 баллов;*
- *при решении задач, допущены логические ошибки – 3 балла;*
- *решение задач неверно или отсутствует – 0 баллов.*

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### Основная литература:

1. Анализ данных: учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469022>
2. Шнарева, Г. В. Анализ данных: учебно-методическое пособие / Г. В. Шнарева, Ж. Г. Пономарева. — Симферополь: Университет экономики и управления, 2019. — 129 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89482.html>

#### Дополнительная литература:

1. Новикова, О. А. Анализ данных: учебное пособие / О. А. Новикова, Е. Г. Андрианова. — Москва: РТУ МИРЭА, 2020 — Часть 1 — 2020. — 162 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167597>
2. Крутиков, В. Н. Анализ данных: учебное пособие / В. Н. Крутиков, В. В. Мешечкин; Кемеровский государственный университет. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. — 138 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278426>

### 2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г. Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно

ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/М41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно
<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/М41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.П	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

#### **4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс]: общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М.: [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: <http://www.mathnet.ru>

2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа". - М.: [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. Универсальные базы данных EastView [Электронный ресурс]: информационный ресурс / EastViewInformationServices. - М.: [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: [www.ebiblioteka.ru](http://www.ebiblioteka.ru)

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: информационный портал / ООО "РУНЭБ"; Санкт-Петербургский государственный университет. - М.: [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru)

#### **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся зачетом, по итогам семестра составляет 100 баллов (50 баллов - 1-й модуль и 50 баллов - 2-й модуль).

Студенту, набравшему 40 баллов и выше по итогам работы в семестре, в экзаменационной ведомости и зачетной книжке выставляется оценка «зачтено». Студент, набравший до 39 баллов включительно, сдает зачет.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить студентов с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

- 1) формулирует тему и цель занятия;
- 2) излагает основные теоретические положения;
- 3) с помощью мультимедийного оборудования и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;
- 4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает

текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;

5) в конце занятия дает вопросы для самостоятельного изучения.

Во время выполнения заданий в учебной аудитории студент может консультироваться с преподавателем, определять наиболее эффективные методы решения поставленных задач. Если какая-то часть задания остается не выполненной, студент может продолжить её выполнение во время внеаудиторной самостоятельной работы.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж (консультацию) с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня источников и литературы.

Для оценки полученных знаний и освоения учебного материала по каждому разделу и в целом по дисциплине преподаватель использует формы текущего, промежуточного и итогового контроля знаний обучающихся.

Для лабораторных занятий подготовка преподавателя начинается с изучения исходной документации и заканчивается оформлением плана проведения занятия.

На основе изучения исходной документации у преподавателя должно сложиться представление о целях и задачах лабораторного занятия и о том объеме работ, который должен выполнить каждый обучающийся. Далее можно приступить к разработке содержания занятия. Для этого преподавателю (даже если он сам читает лекции по этому курсу) целесообразно вновь просмотреть содержание лекции с точки зрения предстоящего занятия. Необходимо выделить понятия, положения, закономерности, которые следует еще раз проиллюстрировать на конкретных задачах и упражнениях. Таким образом, производится отбор содержания, подлежащего усвоению.

Важнейшим элементом является учебная задача (проблема), предлагаемая для решения. Преподаватель, подбирая примеры (задачи и логические задания) для лабораторного занятия, должен представлять дидактическую цель: привитие каких навыков и умений применительно к каждой задаче установить, каких усилий от обучающихся она потребует, в чем должно проявиться творчество студентов при решении данной задачи.

Преподаватель должен проводить занятие так, чтобы на всем его протяжении студенты были заняты напряженной творческой работой, поисками правильных и точных решений, чтобы каждый получил возможность раскрыться, проявить свои способности. Поэтому при планировании занятия и разработке индивидуальных заданий преподавателю важно учитывать подготовку и интересы каждого студента. Педагог в этом случае выступает в роли консультанта, способного вовремя оказать необходимую помощь, не подавляя самостоятельности и инициативы студента.

## **Методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.**

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, встретиться с преподавателем, ведущим дисциплину, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, осуществить запись на соответствующий курс в среде электронного обучения университета.

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы студента на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

На лекциях важно сосредоточить внимание на ее содержании. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине. Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы. Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности студентов.

## **Методические указания для обучающихся по подготовке к лабораторным работам**

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины.

При подготовке к занятию целесообразно выполнить следующие рекомендации: изучить основную литературу; ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т. д.; при необходимости доработать конспект лекций. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

При выполнении лабораторных работ основным методом обучения является самостоятельная работа студента под управлением преподавателя. На них пополняются теоретические знания студентов, их умение творчески мыслить, анализировать, обобщать изученный материал, проверяется отношение студентов к будущей профессиональной деятельности.

Оценка выполненной работы осуществляется преподавателем комплексно: по результатам выполнения заданий, устному сообщению и оформлению работы. После подведения итогов занятия студент обязан устранить недостатки, отмеченные преподавателем при оценке его работы.

### **Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Прочное усвоение и долговременное закрепление учебного материала невозможно без продуманной самостоятельной работы. Такая работа требует от студента значительных усилий, творчества и высокой организованности. В ходе самостоятельной работы студенты выполняют следующие задачи: дорабатывают лекции, изучают рекомендованную литературу, готовятся к практическим занятиям, к коллоквиуму, контрольным работам по отдельным темам дисциплины. При этом эффективность учебной деятельности студента во многом зависит от того, как он распорядился выделенным для самостоятельной работы бюджетом времени.

Результатом самостоятельной работы является прочное усвоение материалов по предмету согласно, программы дисциплины. В итоге этой работы формируются профессиональные умения и компетенции, развивается творческий подход к решению возникших в ходе учебной деятельности проблемных задач, появляется самостоятельности мышления.

Решение задач.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи).

Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом.

Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Задача — это цель, заданная в определенных условиях, решение задачи — процесс достижения поставленной цели, поиск необходимых для этого средств.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.

2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Запишите основные понятия, формулы, описывающие процессы, предложенные заданной системой.
7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.
9. Проверьте правильность решения задания.
10. Произведите оценку реальности полученного решения.
11. Запишите ответ.

### Примерные задачи для зачета

#### Пример контрольных вопросов и задач:

1) Зависимость объема продаж (тыс.долл.) от расходов на рекламу (тыс.долл.) характеризуется по 12 предприятиям концерна следующим образом:

уравнение регрессии -  $Y = 10,6 + 0,6X + \varepsilon$ ,

при  $\sigma_X = 4,7$  и  $\sigma_Y = 3,4$ .

Найти оценку дисперсии остаточного члена –  $D(\varepsilon)$ .

2) Изучается зависимость объема реального чистого экспорта ( $RNX$ ) от двух факторов: реального ВВП ( $GNP$ ) и реальной краткосрочной ставки процента ( $RSR$ ). По данным за 60 лет построена следующая регрессия:

$$RNX_t = 18,9 - 0,015 * GNP_t - 2,086 * RSR_{t-1} + \varepsilon \quad R^2 = 0,35$$

(8,31) (0,004) (0,911) SE

где  $SE$  – стандартные ошибки коэффициентов регрессии;

$R^2$  – коэффициент детерминации.

Оценить значимость вклада каждого из факторов для уровня значимости 0,01.

- 3) Что такое гетероскедастичность случайных остатков, когда она возникает?
- 4) Могут ли фиктивные переменные использоваться для моделирования сезонного фактора?

### Вариант 1

1. Построить уравнение парной линейной регрессии. Рассчитать параметры уравнения линейной парной регрессии.

2. Дать экономическую интерпретацию полученного уравнения регрессии

### **Вариант 2**

1. Оценить тесноту связи с помощью показателей корреляции и детерминации.  
Описать характеристику связи и качества уравнения.
2. Оценить статистическую значимость модели парной регрессии и ее параметров с помощью критериев Фишера и Стьюдента

### **Вариант 3**

1. Дать с помощью коэффициента эластичности оценку силы связи фактора с результатом.
2. Оценить с помощью средней ошибки аппроксимации качество уравнений.

### **Вариант 4**

1. Рассчитать прогнозное значение результата, если прогнозное значение фактора увеличится на 25 % от его среднего уровня. Определите доверительный интервал прогноза для заданного уровня значимости.
2. Провести тестирование ошибок уравнения множественной регрессии на гетероскедастичность, применив тест Глейзера.

### **Вариант 5**

1. Для парной регрессии построить нелинейные уравнения: степенное, экспоненциальное, полулогарифмическое, обратно пропорциональное, гиперболическое.
2. Сравнить полученное уравнение с линейным по коэффициенту детерминации и средней ошибке аппроксимации и выбрать лучшее.

### **Вариант 6**

1. Для объясняющих переменных вычислить описательные статистики. Проверить характер распределения признаков. Определить коэффициент вариации для каждого признака и сделать вывод о возможности использования МНК для изучения данной выборочной совокупности.
2. Построить линейное уравнение множественной регрессии с количественными факторами и пояснить экономический смысл его параметров

### **Вариант 7**

1. Определить парные и частные коэффициенты корреляции, сравнить их, пояснить различия между ними.
2. Рассчитать средние частные коэффициенты эластичности. Дать экономическую интерпретацию.

### **Вариант 8**

1. Определить стандартизованные коэффициенты регрессии. Записать уравнение в стандартизованном виде и пояснить его экономический смысл. Сделать вывод о силе связи результата и факторов на основе сравнения частных коэффициентов корреляции, стандартизованных коэффициентов регрессии, средних частных коэффициентов эластичности.

2.. Рассчитать множественный коэффициент корреляции (через стандартизованные коэффициенты регрессии), сделать вывод о тесноте связи. Дать экономическую оценку полученного уравнения и его параметров на основе коэффициента детерминации, скорректированного коэффициента детерминации, t-критерия Стьюдента и общего F-критерия Фишера.

### **Вариант 9**

1. Установить наличие или отсутствие мультиколлинеарности. В случае ее наличия сформулировать предложения по ее устранению.

2. Провести тестирование ошибок уравнения множественной регрессии на гетероскедастичность, применив тест Голдфелда-Квандта. При наличии гетероскедастичности предложить методы для ее устранения.

### **Вариант 10**

1. Провести тестирование ошибок регрессии на автокорреляцию остатков, рассчитав критерий Дарбина-Уотсона. При наличии автокорреляции предложить методы ее устранения.

2. Построить уравнение множественной регрессии с включением качественного признака (фиктивной переменной). Оценить значимость параметров полученного уравнения по критерию Стьюдента. Дать статистическую (с помощью t - теста, F - теста и коэффициента детерминации) и экономическую интерпретацию полученной модели множественной линейной регрессии.

### **Задачи для самостоятельной работы**

1. Построить наилучшую модель с одной объясняющей переменной.
2. Проверить гипотезы о значимости параметров и адекватности модели.
3. Построить модель множественной линейной регрессии.
4. Проверить гипотезы о значимости параметров и адекватности модели.

### **Вопросы к зачету:**

#### **1. Введение в эконометрику.**

Статистическое исследование взаимосвязей экономических переменных. Зависимости в экономике: примеры, проблемы оценивания и анализа (функции спроса, функции заработка, модели экономического роста). Направленность курса. Базы данных. Программное обеспечение.

Генеральная совокупность и выборка. Описательные статистики: ковариация, дисперсия, корреляция. Определения, свойства, правила. Истинные значения параметров и их оценки.

## **2. Модель парной линейной регрессии (ЛР). Свойства оценок в модели парной ЛР.**

Предпосылки и обозначения модели ЛР. Оценивание модели ЛР с помощью Метода наименьших квадратов (МНК). Формулы для оценок коэффициента наклона и свободного члена: вывод и интерпретация. Условия Гаусса-Маркова и свойства получаемых по МНК оценок. Теорема Гаусса-Маркова (формулировка). Стандартные отклонения и стандартные ошибки оценок коэффициентов регрессии.

Статистическая значимость оценок коэффициентов парной ЛР: проверка гипотез с помощью  $t$ -статистик. Построение и интерпретация доверительных интервалов. Общее качество регрессии: коэффициент детерминации  $R^2$ .  $F$ -статистика и  $F$ -тест. Связь  $R^2$  с коэффициентами корреляции. Модель парной ЛР без свободного члена.

## **3. Преобразования переменных в регрессионном анализе.**

Линеаризация нелинейных зависимостей и их оценивание с помощью МНК. Спецификация случайного члена. Интерпретация линейных, логарифмических и линейно-логарифмических зависимостей. Оценивание функций с постоянной эластичностью и экспоненциальных временных трендов.

Сравнение качества регрессионных зависимостей: линейные и линейно-логарифмические функции. Метод Бокса-Кокса.

## **4. Модель множественной линейной регрессии (МЛР): две объясняющие переменные и $k$ объясняющих переменных.**

Описание и интерпретация модели с двумя и  $k$  объясняющими переменными. Примеры: функции спроса, функции заработка, производственные функции. Оценивание по МНК модели с двумя объясняющими переменными. Свойства коэффициентов модели. Мультиколлинеарность. Коэффициент детерминации  $R^2$ . Скорректированный  $R^2$ . Проверка гипотез с помощью  $t$ -статистик и  $F$ -статистик.

МНК-оценки модели с  $k$  объясняющими переменными в векторно-матричной форме. Свойства коэффициентов.  $F$ -тест для групп переменных. Оценивание производственных функций в объемной и темповой записи как моделей множественной регрессии.

## **5. Спецификация модели линейной регрессии.**

Последствия неправильной спецификации. Невключение значимой объясняющей переменной. Включение лишней объясняющей переменной. Метод Монте-Карло в эконометрическом анализе: общие принципы, возможности применения и примеры. Замещающие переменные.

Проверка выполнения линейных ограничений на параметры МЛР.  $F$ -тест и  $t$ -тесты. Роль и примеры линейных ограничений в исследовании экономических моделей. Переменные с запаздыванием.

#### **6. Гетероскедастичность остатков.**

Понятие, последствия, обнаружение гетероскедастичности. Корректировка модели. Взвешенный метод наименьших квадратов.

#### **7. Автокорреляция остатков.**

Проявления и последствия автокоррелированности случайного члена в модели линейной регрессии. Критерий Дарбина-Уотсона. Свойства случайного члена и ошибки спецификации. Корректировка модели. Авторегрессионное преобразование.

#### **8. Фиктивные переменные.**

Фиктивные (*dummy*) переменные в моделях линейной регрессии. Типы фиктивных переменных. Множественные совокупности фиктивных переменных. Тест Чоу. Фиктивные переменные в экономических моделях: функции заработка, производственные функции.

#### **Оценка за работу.**

По результатам выполнения работы проводится собеседование со студентами, в ходе которого проверяется степень владения теоретическим материалом, необходимым для выполнения работы и степень владения основными методами, применяемыми при решении задач математической статистики. Итоговая оценка выставляется с учетом результатов собеседования.

### **VII. Материально-техническое обеспечение**

Для аудиторной работы

Компьютерный класс № 2 факультета ПМиК № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
Учебная аудитория № 205 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 318 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.

### Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
---	---

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения