

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»
Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МССН

01.00.00 «Математика и механика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Дополнительные главы математической статистики

Рекомендуется для направления подготовки

01.04.02 — Прикладная математика и информатика

(указываются код и наименование направления подготовки)

Квалификация (степень) выпускника магистр

(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)

1. Цели и задачи дисциплины:

Курс «Дополнительные главы математической статистики» является продолжением курса «Математическая статистика», изучаемого бакалаврами. В данном курсе рассматриваются такие наиболее значимые с практической точки зрения разделы статистического анализа как непараметрическая статистика и временные ряды. Изучение данного курса является важной частью профессионального образования будущего магистра, специализирующегося в области прикладной математики и информатики.

Задачей курса является развитие у слушателей базовых знаний в области статистического анализа и расширение навыков применения этих знаний для построения математических моделей случайных явлений и процессов, происходящих в реальной жизни.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО: Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» в структуре учебного плана ОП ВО, дисциплина по выбору.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1 УК-7	-	Математическая теория телетрафика Компьютерный анализ временных рядов Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	-	Математическая теория телетрафика Компьютерный анализ временных рядов Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности)			
	ПК-1	-	Математическая теория телетрафика Компьютерный анализ временных рядов Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1

указывается в соответствии с ОС ВО РУДН

УК-1 – Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:

- УК-1.1 - Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- УК-1.2. - Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- УК-1.3 - Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 - Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

- УК-7.1 - Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
- УК-7.2 - Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики
- УК-7.3 - Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики

ОПК-1 - Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики:

- ОПК-1.1 - Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 - Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 - Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач:

- ОПК-2.1 - Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности

ОПК-3 - Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности:

- ОПК-3.1 - Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении

ОПК-4 - Способен использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений:

- ОПК-4.1 - Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям

ПК-1 - Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований:

- ПК-1.3 - Умеет применять полученные знания в области прикладной математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

***Знать:** методы непараметрической статистики и теорию временных рядов*

Уметь: самостоятельно проводить статистический анализ на основе изученных методов

Владеть: соответствующими разделами статистических пакетов: SPSS или PSPP, STATISTICA.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет ____3____ зачетные единицы.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
			1
1.	Аудиторные занятия (всего)	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2.1	Практические занятия (ПЗ)	18	18
1.2.2	Семинары (С)	-	-
1.2.3	Лабораторные работы (ЛР)	-	-
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	72	72
	Общая трудоемкость (ак. часов)	108	108
	Общая трудоемкость (зачетных единиц)	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Непараметрические методы в статистике	Суть непараметрических методов, сферы их применения. Описательные статистики для признаков, не подчиняющихся нормальному распределению.
		Задача сравнения. Критерий знаков и биномиальное распределение. Критерий Уилкоксона для парных наблюдений в случае зависимых выборок. Критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок.

		Ранговые критерии связи. Задача проверки связи между признаками. Корреляция в порядковых и интервальных шкалах. Коэффициент Спирмена и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Спирмена. Коэффициент Кендалла и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Кендалла. Непараметрический факторный анализ. Однофакторный анализ. Критерий Краскелла-Уоллиса. Критическая область и статистика критерия. Двухфакторный анализ. Критерий Фридмана. Модель двухфакторного анализа.
2.	Временные ряды	Основные характеристики и общие модели временных рядов (ВР). Основные задачи анализа ВР. Прогнозирование на основе ВР. Показатели адекватности прогнозной модели. Общий вид ВР. Простейшие модели ВР и их автокорреляционный анализ. Коррелограмма. Построение коррелограммы в SPSS (PSPP). Модель случайных блужданий. Частные автокорреляции. Методы сглаживания: скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание. Процедура простейшего экспоненциального сглаживания в SPSS (PSPP). Модель Холта. Модель Винтера. Авторегрессия. Авторегрессионные модели первого и второго порядка. Построение авторегрессионных моделей в SPSS (PSPP). Оценка качества моделей. Критерий повторных точек. R/S – критерий. Критерий Дарбина-Уотсона. Критерий точности. Выбор наилучшей модели.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы		СРС	Всего час.
			ПЗ/С	ЛР		
1.	Непараметрические методы в статистике	10	10	-	40	60
2.	Временные ряды	8	8	-	32	48
	Итого:	18	18	-	72	108

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Решения задач по теме: непараметрические методы в статистике	8
2.		Контрольная работа №1	2
3.	2	Решения задач по теме: временные ряды	6
4.		Контрольная работа №2	2
Итого			18

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (в том числе для практического и лекционного типов занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

1. ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement), PSPP (лицензия GPL v3)
2. ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)), PSPP (лицензия GPL-3)

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН <http://esystem.pfur.ru/>
- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475438>
2. Кремер, Н. Ш. 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, 2021. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08710-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468442>

3. Зехин, В.А. Практикум по многомерным статистическим методам : учебное пособие / В.А. Зехин, В.С. Мхитарян, С.А. Айвазян. - 1-е изд. - Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. - 76 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90409>
4. М. Холлендер, Д. Вулф. Непараметрические методы статистики.- М.: Финансы и статистика, 1983.
5. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики.- М.: ЮНИТИ, 1998.
6. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00313-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468366>

б) дополнительная литература

1. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08389-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468330>
2. Орлова И.В. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS.- М.: Вузовский учебник, 2009 – 311 с.
3. Общая теория статистики. Практикум : учебное пособие для вузов / М. Р. Ефимова, Е. В. Петрова, О. И. Ганченко, М. А. Михайлов ; под редакцией М. Р. Ефимовой. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04141-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468636>
4. Статистика : учебник для вузов / под редакцией И. И. Елисеевой. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 361 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04082-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468415>
5. А.О.Крыштановский. Методы анализа временных рядов // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2000. № 2 (46). С. 44-51. [Статья]

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр (модуль). В семестре проводятся контрольные работы, домашние задания и проверочные работы. В конце семестра производится контроль знаний – дифференцированный зачет, включающий в себя устный опрос студента по теоретическому материалу дисциплины.

11.1 Структура практических (лабораторных) занятий

Решение задач по темам, предусмотренным настоящей программой.

11.2. Самостоятельная работа студента

Выполнение проверочных (индивидуальных) работ. Подготовка к итоговому контролю знаний.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

доцент кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей, к.ф.-м.н., доц.



С.И. Матюшенко

Заведующий кафедрой
прикладной информатики и
теории вероятностей, д.т.н., проф.



К.Е. Самуйлов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Дополнительные главы математической статистики

(наименование дисциплины)

01.04.02 — Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки)

«Прикладная математика и информатика»

(наименование профиля подготовки)

Магистр

Квалификация (степень) выпускника

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Дополнительные главы математической статистики»

НАПРАВЛЕНИЕ: 01.04.02 — ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Код контролируемой компетенции	Наименование контролируемого раздела	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства				Баллы темы	Баллы раздела
			КР 1	КР 2	ДЗ	Итог		
УК-1, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1	Непараметрические методы в статистике	Суть непараметрических методов, сферы их применения. Описательные статистики для признаков, не подчиняющихся нормальному распределению.	2		1	2	5	50
		Задача сравнения. Критерий знаков и биномиальное распределение. Критерий Уилкоксона для парных наблюдений в случае зависимых выборок. Критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок	6		3	6	15	
		Ранговые критерии связи. Задача проверки связи между признаками. Корреляция в порядковых и интервальных шкалах. Коэффициент Спирмена и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Спирмена. Коэффициент Кендалла и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Кендалла.	6		3	6	15	
		Непараметрический факторный анализ. Однофакторный анализ. Критерий Краскелла-Уоллиса. Критическая область и статистика критерия. Двухфакторный анализ. Критерий Фридмана. Модель двухфакторного анализа.	6		3	6	15	

	Временные ряды	Основные характеристики и общие модели временных рядов (ВР). Основные задачи анализа ВР. Прогнозирование на основе ВР. Показатели адекватности прогнозной модели. Общий вид ВР. Простейшие модели ВР и их автокорреляционный анализ. Коррелограмма. Построение коррело-граммы в SPSS (PSPP). Модель случайных блужданий. Частные автокорреляции.		5	2	5	12	50
		Методы сглаживания: скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание. Процедура простейшего экспоненциального сглаживания в SPSS (PSPP). Модель Холта. Модель Винтера.		5	3	5	13	
		Авторегрессия. Авторегрессионные модели первого и второго порядка. Построение авторегрессионных моделей в SPSS (PSPP).		5	2	5	12	
		Оценка качества моделей. Критерий повторных точек. R/S – критерий. Критерий Дарбина-Уотсона. Критерий точности. Выбор наилучшей модели.		5	3	5	13	
	Итого:		20	20	20	40	100	100

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1

указывается в соответствии с ОС ВО РУДН

УК-1 – Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:

- УК-1.1 - Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- УК-1.2. - Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- УК-1.3 - Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 - Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

- УК-7.1 - Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации

- УК-7.2 - Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики
- УК-7.3 - Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики

ОПК-1 - Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики:

- ОПК-1.1 - Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 - Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 - Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач:

- ОПК-2.1 - Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности

ОПК-3 - Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности:

- ОПК-3.1 - Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении

ОПК-4 - Способен использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений:

- ОПК-4.1 - Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям

ПК-1 - Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований:

- ПК-1.3 - Умеет применять полученные знания в области прикладной математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

Бально-рейтинговая система оценки уровня знаний

РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

по дисциплине «Дополнительные главы математической статистики»

Наименование контролируемого раздела	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства				Баллы темы	Баллы раздела
		КР 1	КР 2	Д 3	Итог		
Непараметрические методы в статистике	Суть непараметрических методов, сферы их применения. Описательные статистики для признаков, не подчиняющихся нормальному распределению.	2		1	2	5	50
	Задача сравнения. Критерий знаков и биномиальное распределение. Критерий Уилкоксона для парных наблюдений в случае зависимых выборок. Критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок	6		3	6	15	
	Ранговые критерии связи. Задача проверки связи между признаками. Корреляция в порядковых и интервальных шкалах. Коэффициент Спирмена и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Спирмена. Коэффициент Кендалла и его интерпретация. Проверка значимости коэффициента Кендалла.	6		3	6	15	
	Непараметрический факторный анализ. Однофакторный анализ. Критерий Краскелла-Уоллиса. Критическая область и статистика критерия. Двухфакторный анализ. Критерий Фридмана. Модель двухфакторного анализа.	6		3	6	15	
Временные ряды	Основные характеристики и общие модели временных рядов (ВР). Основные задачи анализа ВР. Прогнозирование на основе ВР. Показатели адекватности прогнозной модели. Общий вид ВР. Простейшие модели ВР и их автокорреляционный анализ. Коррелограмма. Построение коррело-граммы в SPSS (PSPP). Модель случайных блужданий. Частные автокорреляции.		5	2	5	12	50

	Методы сглаживания: скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание. Процедура простейшего экспоненциального сглаживания в SPSS (PSPP). Модель Холта. Модель Винтера.		5	3	5	13	
	Авторегрессия. Авторегрессионные модели первого и второго порядка. Построение авторегрессионных моделей в SPSS (PSPP).		5	2	5	12	
	Оценка качества моделей. Критерий повторных точек. R/S – критерий. Критерий Дарбина-Уотсона. Критерий точности. Выбор наилучшей модели.		5	3	5	13	
Итого:		20	20	20	40	100	100

Таблица соответствия баллов и оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
	Зачет	Passed

Правила применения БРС

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам (в соответствии с приказом Ректора № 564 от

20.06.2013). По решению преподавателя предыдущие баллы, полученные студентом по учебным заданиям, могут быть аннулированы.

5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
6. Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершение отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки, заверенной круглой печатью в поликлинике № 25, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.
9. Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре, но при условии, что у студента имеется теоретическая возможность получить за весь курс не менее 31 балла.
10. Итоговая контроль знаний оценивается из 40 баллов независимо от числа баллов за семестр.
11. Если в итоге за семестр студент получил менее 51 балла, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты.

Примерный перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Контрольная работа	Средство контроля, организованное как аудиторное занятие, на котором обучающимся необходимо самостоятельно продемонстрировать усвоение учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Экзамен	Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета
<i>Самостоятельная работа</i>			
1	Домашняя работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения типового расчета

Критерии оценки по дисциплине

95-100 баллов:

- полное и своевременное выполнение на высоком уровне практических работ и домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем;

86- 94 балла:

- полное и своевременное выполнение на хорошем уровне практических работ и домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем;

69-85 баллов:

- своевременное выполнение на хорошем уровне практических работ и домашних заданий, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- хороший уровень культуры исполнения практических работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

51-68 баллов:

- выполнение на удовлетворительном уровне практических работ и домашних заданий, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;

- удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- не выполнение, несвоевременное выполнение или выполнение на неудовлетворительном уровне практических работ и домашних заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение практических заданий и домашних заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса; отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Пример экзаменационного билета

Дисциплина Дополнительные главы математической статистики
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 (образец)

1. Критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок .
2. Авторегрессионные модели второго порядка

Составитель

С.И. Матюшенко

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Критерии оценки:

Оценивается полнота и правильность ответа на вопрос.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ:

1. Параметрические и непараметрические методы математической статистики.
2. Основные задачи непараметрической статистики.
3. Описательные статистики для признаков, не подчиняющихся нормальному распределению: медиана, мода, квартили, вариационный ряд, ранги.
4. Задачи сравнения в непараметрической статистике. Критерий знаков.
5. Биномиальное распределение как основа статистики критерия знаков.
6. Критерий Уилкоксона для парных наблюдений в случае зависимых выборок.
7. Критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок.
8. Задача проверки связи между признаками. Корреляция в порядковых и интервальных шкалах.
9. Ранговые критерии. Коэффициент Спирмена и его интерпретация.
10. Проверка значимости коэффициента Спирмена.
11. Коэффициент Кендалла и его интерпретация.
12. Проверка значимости коэффициента Кендалла.
13. Однофакторный непараметрический анализ. Критерий Краскелла-Уоллиса.
14. Двухфакторный непараметрический анализ. Критерий Фридмана.
15. Основные задачи анализа временных рядов.
16. Общий вид временного ряда.
17. Простейшие модели временных рядов и их автокорреляционный анализ.
18. Коррелограмма. Построение коррелограммы в SPSS (PSPP).
19. Модель случайных блужданий.
20. Частные автокорреляции.
21. Сглаживание. Метод скользящего среднего.
22. Экспоненциальное сглаживание.
23. Процедура простейшего экспоненциального сглаживания в SPSS (PSPP).
24. Модель Холта.
25. Модель Винтера.
26. Авторегрессия. Авторегрессионные модели первого порядка.

27. Авторегрессионные модели второго порядка.
28. Построение авторегрессионных моделей в SPSS (PSPP).
29. Прогнозирование на основе временных рядов. Показатели адекватности модели.
30. Оценка качества моделей. Критерий повторных точек.
31. R/S – критерий.
32. Критерий Дарбина-Уотсона.
33. Критерий точности. Выбор наилучшей модели.

Примеры вариантов домашних заданий

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

Индивидуальное домашнее задание

по курсу «Дополнительные главы математической статистики» (магистры)

Вариант n

(n – номер студента в журнале посещаемости)

Задача 1. 14 пациентов, страдающих избыточным весом, из которых 8 мужчин и 6 женщин, прошли одинаковый курс лечения. В таблице представлены данные о том, на сколько кг похудел каждый из пациентов. Используя критерий Манна-Уитни проверить с уровнем значимости $\alpha=0.05$ предположение о том, что курс лечения на мужчин и женщин воздействует одинаково.

Мужчины	Женщины
5.2 + 0.1 n	4.8 + 0.1 n
4.9 + 0.1 n	5.3 + 0.1 n
6.1 + 0.1 n	5.9 + 0.1 n
3.8 + 0.2 n	7.0 + 0.1 n
4.3 + 0.1 n	2.9 + 0.3 n
5.5 + 0.1 n	6.0 + 0.1 n
5.9 + 0.1 n	
5.7 + 0.1 n	

Задача 2. IQ мальчиков и девочек. Психолог отбирает шесть семей с двумя детьми в каждой (мальчиком и девочкой). На уровне значимости $\alpha=0.05$, проверить, существует ли зависимость между коэффициентом интеллекта у детей одной семьи.

Задачу решить двумя способами: с помощью коэффициентов Спирмена и Кендалла

- IQ девочек, x 107-n 95+n 116-n 109+n 101+n 98+n
- IQ мальчиков, y 107-n 102+n 112-n 104+n 105+n 103+n

Задача 3. Две фирмы производят рыболовную леску из трех типов сырья. Затем леску тестируют на разрыв. Результаты испытаний (разрывная

нагрузка в кг) представлены в таблице. Используя критерий Фридмана с уровнем значимости $\alpha=0.05$, ответить на вопрос: существует ли зависимость результатов испытаний от типа сырья и от того, какая фирма произвела продукцию.

	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3
Фирма А	$6.15+0.01n$	$5.95+0.01n$	$5.80+0.01n$
Фирма В	$5.90+0.01n$	$6.20+0.01n$	$6.05+0.01n$

t	Yt	Yt-2	Yt-Ytcp	Yt-2-Yt-2cp	(Yt-Ytcp) ²	(Yt-2-Yt-2cp) ²	(Yt-Ytcp)*(Yt-2-Yt-2cp)
1	898	-	-	-	-	-	-
2	794	-	-	-	-	-	-
3	1441	898	216,83	-278,80	47016,69	77729,44	-60453,13333
4	1600	794	375,83	-382,80	141250,69	146535,84	-143869
5	967	1441	-257,17	264,20	66134,69	69801,64	-67943,43333
6	1246	1600	21,83	423,20	476,69	179098,24	9239,866667
7	1458	967	233,83	-209,80	54678,03	44016,04	-49058,23333
8	1412	1246	187,83	69,20	35281,36	4788,64	12998,06667
9	891	1458	-333,17	281,20	111000,03	79073,44	-93686,46667
10	1061	1412	-163,17	235,20	26623,36	55319,04	-38376,8
11	1287	891	62,83	-285,80	3948,03	81681,64	-17957,76667
12	1635	1061	410,83	-115,80	168784,03	13409,64	-47574,5
сумма	14690	11768	x	x	655193,61	751453,60	-496681,40
среднее зна	1224,17	1176,80	-	-	-	-	-

Примеры типовых вариантов контрольных работ

Контрольная работа №1

по курсу «Дополнительные главы математической статистики» (магистры)

Типовой вариант

Задача 1. Ниже приведены данные о содержании инсулина в крови 7-ми собак сразу после раздражения нервной системы (переменная X) и спустя 10 минут после раздражения (переменная Y). С помощью критерия Уилкоксона на уровне значимости $\alpha=0.05$ проверить гипотезу об отсутствии влияния раздражения на уровень инсулина

Собака (i)	X(i)	Y(i)
1	350	480
2	200	130
3	240	250
4	290	310
5	90	280
6	370	1450
7	240	280

Задача 2. Девять игроков в теннис ранжированы спортивными комментаторами и тренерами (1 – высший ранг). Результаты ранжирования содержатся в таблице. Есть ли связь между этими результатами?

Задачу решить с уровнем значимости $\alpha=0.05$ двумя способами: с помощью коэффициентов Спирмена и Кендалла.

Игроки	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Тренеры	4	6	5	1	7	2	3	8	9
Комментаторы	7	6	4	3	5	2	1	9	8

Задача 3. Клубнику выращивают на трех различных типах почвы. Урожай (в килограммах) на одинаковых участках представлен ниже. Используя критерий Краскелла-Уоллиса на уровне значимости $\alpha = 0.01$, ответить на вопрос: существует ли различие в количестве урожая для трех участков?

Почва А	Почва В	Почва С
32	43	50
38	45	56
31	49	58
40	46	54
39	51	52

Контрольная работа №2

по курсу «Дополнительные главы математической статистики» (магистры)

Типовой вариант

Задача 1. Имеются данные о заболеваемости гриппом населения РФ в 2000 – 2010 годах. Построить график временного ряда. Произвести сглаживание методом скользящей средней. Рассчитать параметры линейного уравнения тренда:

Год	На 1000 чел. населения
2000	73.5
2001	72.0
2002	74.0
2003	74.9
2004	74.5
2005	74.6
2006	76.4
2007	77.1
2008	77.2
2009	80.2
2010	77.9

Задача 2. Имеются данные о количестве ДТП, совершенных водителями в состоянии опьянения в РФ в 2004 – 2012 годах. Построить график временного ряда. Произвести экспоненциальное сглаживание. Рассчитать параметры линейного и параболического трендов. Оценить и сравнить качество полученных моделей с помощью критериев повторных точек и Дарбина-Уотсона. Вычислить прогнозное значение на 2013 год по наилучшей из моделей.

Год	Количество ДТП
2004	21569
2005	19567
2006	17017
2007	15593
2008	13611
2009	12327
2010	11845
2011	12252
2012	12843

ТРЕНИНГОВЫЕ ЗАДАНИЯ (с решениями)

Задание 1. Построить аддитивную модель временного ряда по данным об объеме продаж (тыс. руб.) за последние 11 кварталов.

Решение.

Для данного примера находим среднее арифметическое четырех последовательных значений уровней методом скользящей средней:

$$\frac{4 + 5 + 5 + 6}{4} = \frac{20}{4} = 5$$

$$\frac{5 + 5 + 6 + 9}{4} = \frac{25}{4} = 6,25 \text{ и т.д.}$$

Таблица 1 – Объем продаж (млн. тенге) за 11 кварталов

№ квартала	Объем продаж	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценки сезонной вариации
1	4			
2	5			
3	5	5	5,625	-0,625
4	6	6,25	6,75	-0,75
5	9	7,25	7,625	1,375
6	9	8	8,5	0,5
7	8	9	9,25	-1,25
8	10	9,5	10	0
9	11	10,5	11,5	-0,5
10	13	12,5		
11	16			

Замечание. Если при заполнении третьего столбца скользящая средняя вычислялась для нечетного числа сезонов, то результат записывается напротив среднего слагаемого и данные не надо центрировать (т.е. не надо заполнять четвертый столбец).

Полусумму двух соседних чисел из третьего столбца запишем в четвертый столбец напротив верхнего из них, таким образом производится центрирование скользящей средней.

Пятый столбец – это разность второго и четвертого столбцов (второго и третьего столбцов, если скользящая средняя вычислялась для нечетного числа сезонов). Заполним таблицу 2.

Оценки сезонной вариации запишем под соответствующим номером квартала в году. В каждом столбце вычисляем среднее (равно сумме чисел в столбце/количество чисел в столбце).

Результаты пишем в строке «Среднее» (округление до 1 цифры после запятой).

Сумма чисел в строке «Среднее» равно (-0,4). Скорректируем значения в строке «Среднее», чтобы общая сумма была равна 0. Это необходимо, чтобы усреднить значения сезонной вариации в целом за год.

Корректирующий фактор вычисляется следующим образом: сумма оценок сезонных вариаций (-0,4) делится на число кварталов в году (4), и найденное частное вычитается из каждого числа строки «Среднее».

Поэтому из каждого числа этой строки надо вычесть (-0,1).

В последней строке получены значения сезонной вариации для соответствующего квартала года. Таким образом мы выполнили шаг 2.

Теперь можно выполнить третий шаг, т.е. исключить сезонную вариацию из фактических данных. Проведем десезонализацию данных.

Таблица 2 – Расчет значений сезонной вариации

	Номер квартала в году				
	1	2	3	4	
			-0,625	-0,75	
	1,375	0,5	-1,25	0	
	-0,5				Сумма
Среднее	0,4	0,5	-0,9	-0,4	-0,4
Скорректированная сезонная вариация	0,5	0,6	-0,8	-0,3	0

Таблица 3 – Десезонализация данных

№ квартала	Объем продаж	Сезонная вариация S	Десезонализированный объем продаж $A-S = T+E$
1	4	0,5	3,5
2	5	0,6	4,4
3	5	-0,8	5,8
4	6	-0,3	6,3
5	9	0,5	8,5
6	9	0,6	8,4
7	8	-0,8	8,8
8	10	-0,3	10,3
9	11	0,5	10,5
10	13	0,6	12,4
11	16	-0,8	16,8

Далее выполним четвертый шаг, т.е. аналитическое выравнивание уровней $T+E$. Уравнение линии тренда равно $T = a+b \cdot t$.

Коэффициенты a и b найдем из системы уравнений по данным первого и последнего столбцов:

$$b \cdot \sum_{i=1}^n t_i + a \cdot n = \sum_{i=1}^n T_i$$

$$b \cdot \sum_{i=1}^n t_i^2 + a \cdot \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n t_i \cdot T_i$$

Для нашего случая $a = 2,1$; $b = 1,1$.

Подставляем в уравнение линии тренда значения $t = 1, 2, \dots, 11$.

Найдем уровни T для каждого момента времени, тем самым завершим четвертый шаг. Далее переходим к пятому шагу, т.е. займемся расчетом ошибок. Для этого из чисел 3-го столбца вычитаем числа 4-го столбца и результат пишем в 5-ом столбце.

Таблица 4 – Расчет ошибок

№ квартала	Объем продаж	$A-S=T+E$	Трендовое значение	Ошибки e_t	$ e_t $	e_t^2
1	4	3,5	3,2	0,3	0,3	0,09
2	5	4,4	4,3	0,1	0,1	0,01
3	5	5,8	5,4	0,4	0,4	0,16
4	6	6,3	6,5	-0,2	0,2	0,04
5	9	8,5	7,6	0,9	0,9	0,81
6	9	8,4	8,7	-0,3	0,3	0,09
7	8	8,8	9,8	-1	1	1
8	10	10,3	10,9	-0,6	0,6	0,36
9	11	10,5	12	-1,5	1,5	2,25
10	13	12,4	13,1	-0,7	0,7	0,49
11	16	16,8	14,2	2,6	2,6	6,76
				Сумм	8,6	12,06
				a		

Среднее абсолютное отклонение (MAD)

$$MAD = \sum |e_t| / n \approx 0,78;$$

Среднеквадратическая ошибка (MSE)

$$MSE = \sum e_t^2 / n \approx 1.$$

Мы видим, что ошибки не велики, следовательно, прогноз будет достаточно качественным. Дадим прогноз объема продаж на следующие два квартала. Тенденция, выявленная по прошлым данным, сохраняется и в ближайшем будущем.

Подставляем номера кварталов в формулу и учитываем сезонную вариацию.

Прогноз объема продаж в 12 квартале. Осуществляем прогноз T+S:

$$2,1 + 1,1 * 12 - 0,3 = 15 \text{ (млн. руб.)}.$$

Прогноз объема продаж в 13 квартале:

$$2,1 + 1,1 * 13 + 0,5 = 16,9 \text{ (млн. руб.)}.$$

Задание 2.

В таблице приведены данные численности преподавателей ВУЗов РФ (тыс. чел) по годам

год	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
y_t	233,5	239,9	239,8	261,9	261,8	268,7	260,7	290,6

Произвести сглаживание временного ряда с использованием экспоненциальной средней, приняв параметр $\alpha = 0,1$ и $\alpha = 0,3$.

По результатам расчетов определить какой из сглаженных временных рядов носит более гладкий характер.

Решение:

$$\alpha = 0,1 \quad S_0 = \frac{233,5 + 239,9 + 239,8}{3} = 237,7$$

$$S_1 = 0,1 * 233,5 + 0,9 * 237,7 = 237,3$$

$$S_2 = 0,1 * 239,9 + 0,9 * 237,3 = 237,6$$

$$S_3 = 0,1 * 239,8 + 0,9 * 237,6 = 237,8 \text{ и. т. д.}$$

При $\alpha = 0,3$

$$S_1 = 233,6, S_2 = 235,5, S_3 = 236,8 \text{ и. т. д.}$$

Из проведенных расчетов можно заключить, что при $\alpha = 0,1$ временной ряд имеет более гладкий характер.

Задание 3. Пусть имеется следующий временный ряд:

$$t: 1 \quad 2 \quad 3 \dots 9$$

$$y_t: 25 \dots \dots \dots 10$$

$$\text{Известно также, что } \sum y_t = 130; \sum y_t^2 = 3100; \sum_{t=2}^n y_t y_{t-1} = 2552.$$

Определить для этого временного ряда значение коэффициента автокорреляции первого порядка.

Решение. Значение коэффициента определим по формуле:

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)(y_{t-1} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)^2 \sum_{t=2}^n (y_{t-1} - \bar{y}_2)^2}}$$

Распишем все компоненты этой формулы. Числитель преобразуем следующим путем:

$$\begin{aligned} \sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)(y_{t-1} - \bar{y}_2) &= \sum_{t=2}^n (y_t y_{t-1} - \bar{y}_1 y_{t-1} - \bar{y}_2 y_t + \bar{y}_1 \bar{y}_2) = \\ &= \sum_{t=2}^n y_t y_{t-1} - \bar{y}_1 \sum_{t=2}^n y_{t-1} - \bar{y}_2 \sum_{t=2}^n y_t + (n-1) \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \end{aligned}$$

Здесь $n=9$, значения средних вычисляем по соответствующим формулам; при этом значения сумм рассчитываются с учетом крайних значений временного ряда:

$$\sum_{t=2}^n y_{t-1} = \sum_{t=1}^n y_t - y_n = 130 - 10 = 120$$

$$\sum_{t=2}^n y_t = \sum_{t=1}^n y_t - y_1 = 130 - 25 = 105$$

$$\bar{y}_1 = \frac{105}{8} = 13,125; \quad \bar{y}_2 = \frac{120}{8} = 15$$

$$\text{Отсюда:} \quad \sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)(y_{t-1} - \bar{y}_2) = 2552 - 13,125 \cdot 120 - 15 \cdot 105 +$$

$$8 \cdot 13,125 \cdot 15 = 977.$$

Аналогично рассчитываем каждый член в знаменателе:

$$\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_1)^2 = \sum_{t=2}^n (y_t^2 - 2\bar{y}_1 \cdot y_t + \bar{y}_1^2) =$$

$$= \sum_{t=2}^n y_t^2 - 2\bar{y}_1 \cdot \sum_{t=2}^n y_t + (n-1)\bar{y}_1^2 =$$

$$= \sum_{t=1}^n y_t^2 - y_1^2 - 2\bar{y}_1 \cdot \sum_{t=2}^n y_t + (n-1)\bar{y}_1^2 =$$

$$= 3100 - 25^2 - 2 \cdot 13,125 \cdot 105 + 8 \cdot 13,125^2 = 1096,87.$$

$$\begin{aligned}
\sum_{t=2}^n (y_t - \bar{y}_2)^2 &= \sum_{t=2}^n (y_{t-1}^2 - 2\bar{y}_2 \cdot y_{t-1} + \bar{y}_2^2) = \\
&= \sum_{t=2}^n y_{t-1}^2 - 2\bar{y}_2 \cdot \sum_{t=2}^n y_{t-1} + (n-1)\bar{y}_2^2 = \\
&= \sum_{t=1}^n y_t^2 - y_n^2 - 2\bar{y}_2 \cdot \sum_{t=2}^n y_{t-1} + (n-1)\bar{y}_2^2 = \\
&= 3100 - 10^2 - 2 \cdot 15 \cdot 120 + 8 \cdot 15^2 = 1200.
\end{aligned}$$

Результат определим по исходной расчетной формуле:

$$r_1 = \frac{977}{\sqrt{1096,875 \cdot 1200}} = \frac{977}{1147,28} = 0,852$$

Задание 4. На основе квартальных данных объемов продаж предприятия за 1995-2000 гг. была построена аддитивная модель временного ряда, трендовая компонента которой имеет вид:

$$T = 200 + 3 \cdot t \quad (t = 1, 2, \dots).$$

Показатели за 1999 г. приведены в таблице:

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	2	3	4	5
1	200			-11
2			15	5
3	250		32	
4				

Определить недостающие в таблице данные, учитывая что общий объем продаж за 1999 г. составил 1000 тыс. у.е.

Решение. В первую очередь определим все значения трендовой компоненты. Чтобы использовать имеющееся уравнение тренда, надо определить моменты времени, относящиеся к 1999 г. Поскольку модель относится к периоду 1995м – 2000 гг., т.е. охватывает 6 лет, квартальные временные отметки изменяются от 1 до 24. В этом случае 1999 г. (предпоследний в исследуемом периоде) соответствует моментам времени 17, 18, 19 и 20.

Подставим в уравнение тренда, получим:

$$T_1 = 200 + 3 \cdot 17 = 251;$$

$$T_2 = 200 + 3 \cdot 18 = 254;$$

$$T_3 = 200 + 3 \cdot 19 = 257;$$

$$T_4 = 200 + 3 \cdot 20 = 260.$$

Далее недостающие величины для первого, второго и третьего кварталов вычисляем по балансу из уравнения для аддитивной модели временного ряда:

$$S_1 = y_1 - T_1 - E_1 = 200 - 251 - (-11) = -40;$$

$$y_2 = T_2 + S_2 + E_2 = 254 + 15 + 5 = 274;$$

$$E_3 = y_3 - T_3 - S_3 = 250 - 257 - 32 = -39.$$

Осталось определить только величины для четвертого квартала, где известно только значение трендовой компоненты. В условиях задачи задан общий объем продаж за год. Поскольку известны продажи за три первых квартала, четвертый определяется легко:

$$y_4 = 1000 - (y_1 + y_2 + y_3) = 1000 - (200 + 274 + 250) = 276.$$

Для расчета сезонной компоненты за 4 – й квартал воспользуемся тем, что в аддитивной модели сумма сезонных компонент за один период должны равняться нулю:

$$S_4 = -(S_1 + S_2 + S_3) = -(40 + 15 + 32) = -7.$$

Последнее значение в таблице – случайную компоненту за 4 – й квартал – вычисляем по балансу из уравнения аддитивной модели, поскольку все остальные компоненты уже известны:

$$E_4 = y_4 - T_4 - S_4 = 276 - 260 + 7 = 23.$$

Квартал	Фактический объем продаж	Компонента аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
1	2	3	4	5
1	200	251	- 40	-11
2	274	254	15	5
3	250	257	32	- 39
4	276	260	- 7	23

Задание 5. На основе поквартальных данных за 9 последних лет была построена мультипликативная модель некоторого временного ряда. Уравнение тренда в этой модели имеет вид:

$$T_1 = 10,8 + 0,1 \cdot t.$$

Скорректированные значения сезонной компоненты равны: в 1–м квартале – 1,5; в 3–м квартале – 0,6; в 4–м квартале – 0,8.

Определить сезонную компоненту за 2 – й квартал и прогноз моделируемого показателя за 2 – й и 3 – й кварталы следующего года.

Решение. В мультипликативной модели сумма скорректированных сезонных компонент за один период должны равняться количеству этих коэффициентов, т.е. четырем. Отсюда находим недостающую сезонную компоненту за 2–й квартал:

$$S_2 = 4 - (S_1 + S_3 + S_4) = 4 - (1,5 + 0,6 + 0,8) = 1,1.$$

Для прогнозирования по мультипликативной модели воспользуемся соотношением (2), в котором не будем учитывать случайную компоненту. При этом следует иметь в виду, что 2-й и 3-й кварталы будущего года будут относиться в рамках рассматриваемой модели соответственно к 38-й и 39-й отметкам времени соответственно:

$$\hat{y}_{38} = (10,8 + 0,1 \cdot 38) \cdot 1,1 = 16,06;$$

$$\hat{y}_{39} = (10,8 + 0,1 \cdot 39) \cdot 0,6 = 8,82.$$

Задание 6. На основе помесечных данных за последние 5 лет была построена аддитивная временная модель потребления тепла в районе. Скорректированные значения сезонной компоненты приведены в таблице

Январь	+ 27	Май	- 20	Сентябрь	- 10
Февраль	+ 22	Июнь	- 34	Октябрь	+ 12
Март	+ 15	Июль	- 42	Ноябрь	+20
Апрель	- 2	Август	- 18	Декабрь	?

Уравнение тренда выглядит так:

$$T = 300 + 1,1 \cdot t.$$

Определить значение сезонной компоненты за декабрь, а также точечный прогноз потребления тепла на 2-й квартал следующего года.

Решение. В аддитивной модели временного ряда сумма скорректированных сезонных компонент за один период, в данном случае за год, должна равняться нулю. Отсюда значение сезонной компоненты за декабрь:

$$S_{12} = - \sum_{i=1, (i \neq 12)}^{12} S_i = (27 + 22 + 15 - 2 - 20 - 34 - 42 - 18 - 10 + 12 + 20) = -30.$$

Прогноз потребления тепла рассчитывается по формуле для детерминированной составляющей ряда, в которой не учитывается случайная составляющая, поскольку она не прогнозируется. Здесь для расчета трендовой компоненты следует иметь в виду, что второму кварталу следующего года (апрель, май, июнь) соответствуют отметки времени 64, 65 и 66. Прогноз за весь второй квартал складывается из прогнозов за апрель, май и июнь.

$$\hat{y}(\text{апрель}) = (300 + 1,1 \cdot 64) - 2 = 368,4;$$

$$\hat{y}(\text{май}) = (300 + 1,1 \cdot 65) - 20 = 351,5;$$

$$\hat{y}(\text{июнь}) = (300 + 1,1 \cdot 66) - 34 = 338,6;$$

$$\hat{y}(\text{2-й квартал}) = 368,4 + 351,5 + 338,6 = 1058,5.$$

Задание 7.

Дана таблица:

Момент времени	$t-3$	$t-2$	$t-1$	t	$t+1$
S^*	130				
S	145	165	190	210	-

где S^* , S - ожидаемый и действительный объемы предложения. Определить значения S^* в соответствии с моделью адаптивных ожиданий, приняв $\lambda = 0,55$.

Решение. Расчет ожидаемых значений проводим по формуле:

$$S_{t+1}^* = \lambda S_t + (1 - \lambda) S_t^*,$$

которая модифицируется для каждого момента времени $(t - 2, t - 1, t)$:

$$S_{t-2}^* = \lambda S_{t-3} + (1 - \lambda) S_{t-3}^* = 0,55 \cdot 145 + (1 - 0,55) \cdot 130 = 138,25;$$

$$S_{t-1}^* = \lambda S_{t-2} + (1 - \lambda) S_{t-2}^* = 0,55 \cdot 165 + (1 - 0,55) \cdot 138,25 = 152,96;$$

$$S_t^* = \lambda S_{t-1} + (1 - \lambda) S_{t-1}^* = 0,55 \cdot 190 + (1 - 0,55) \cdot 152,96 = 173,33;$$

$$S_{t+1}^* = \lambda S_t + (1 - \lambda) S_t^* = 0,55 \cdot 210 + (1 - 0,55) \cdot 173,33 = 193,50.$$

Задание 8.

Имеются поквартальные данные о прибыли за последние шесть лет (в тыс.руб.). Рассчитайте трендовую и сезонную компоненту. Сделать прогноз ожидаемой прибыли компании за 1 и 2 полугодия 2014 года.

	Квартал			
Год	1	2	3	4
2008	68	65,2	65,5	68,9
2009	67,6	70,3	69,5	73
2010	70,1	70,2	70,7	73,1
2011	69,5	70,1	71,5	73,1
2012	70,9	71,2	71,5	73,2
2013	71,6	72,2	71,5	73,3