

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 08.11.2023 16:50:38  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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



Утверждаю:  
Руководитель ООП

*А.В. Язенин* / А.В. Язенин /

« *1* » *ноя* 2019 года

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## ЭКОНОМЕТРИКА

09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки

Прикладная информатика в экономике

Для студентов III курса

Очная форма

Составитель: *к.ф.-м.н. Архипов С.В.*

Тверь, 2019

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является:

изучение теоретических и практических основ эконометрической науки, формирование правильного алгоритма использования инструментария эконометрики.

Задачами освоения дисциплины являются:

- усвоение системы знаний о построении, анализе и специфике одномерных и многомерных статистических моделей;
- формирование умений реализовывать полученные знания при решении задач прикладного характера;
- совершенствование методических навыков реализации образовательных программ по эконометрике в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

Данная дисциплина относится к разделу «Дисциплины профиля подготовки» обязательной части Блока 1.

Для успешного усвоения курса необходимы знания основных понятий из математического анализа, методов оптимизации, теории вероятностей и математической статистики, а также навыки решения основных задач, рассматриваемых в этих дисциплинах.

Данная дисциплина предшествует дисциплине «Количественные методы в маркетинге».

Основные положения дисциплины «Эконометрика» должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: Эконометрическое моделирование; Методы математического моделирования.

Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины, должны быть использованы в процессе изучения последующих дисциплин по учебному плану, при подготовке курсовых работ, рефератов, выпускной работы, выполнении научных студенческих работ.

Для освоения дисциплины требуются знания основ теории вероятностей, математической статистики.

**3. Объем дисциплины:** 4 зачетных единицы, 144 академических часа, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 16 часов, практические занятия 32 часов, в т.ч. практическая подготовка 32 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 10 часов, в том числе курсовая работа (расчетно-графическая работа) 10 часов;

**самостоятельная работа:** 86 часов, в том числе контроль 27 часа.

**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
<i>Указывается код и наименование компетенции</i>	<i>Приводятся индикаторы достижения компетенции в соответствии с учебным планом</i>
<b>ПК-1 способен применять системный подход и математические методы формализации решения прикладных задач</b>	ПК-1.1 Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи ПК-1.3 Дает научное обоснование выбора метода и решает прикладную задачу ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов научных исследований
<b>ПК-4 Способен разрабатывать и адаптировать прикладное программное обеспечение</b>	Пк-4.1 Адаптирует компоненты программных комплексов и информационных систем для решения конкретных прикладных задач ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение отдельных компонент информационных систем и программных комплексов ПК-4.3 Осуществляет алгоритмизацию методов решения прикладных задач
<b>ПК-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область</b>	ПК-5.1 использует методы математического (имитационного) моделирования для анализа экономических процессов и систем ПК-5.2 Разрабатывает математические модели конкретных экономических процессов и систем

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения - экзамен, 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**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Практические занятия		Лекции			
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
Введение в эконометрику	3	1		1		--	1
Модель парной линейной регрессии (ЛР). Свойства оценок в модели парной ЛР	21	6	6	3		--	12
Преобразование переменных в регрессионном анализе	10	4	4	2		--	4
Модель множественной линейной регрессии (МЛР): две объясняющие переменные и $k$ объясняющих переменных	36	9	9	4		--	23
Спецификация модели линейной регрессии	15	4	4	1		--	10

Гетероскедастичность остатков	13	2	2	1		--	10
Автокорреляция остатков	13	2	2	1		--	10
Фиктивные переменные	13	2	2	1			10
Системы одновременных уравнений	10	2	2	2			6
РГР	10					10	
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>		<b>10</b>	<b>86</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение в эконометрику	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Модель парной линейной регрессии (ЛР). Свойства оценок в модели парной ЛР	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Преобразования переменных в регрессионном анализе	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Модель множественной линейной регрессии (МЛР): две объясняющие переменные и $k$ объясняющих переменных	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Спецификация модели линейной регрессии	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Гетероскедастичность остатков	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Автокорреляция остатков	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Фиктивные переменные	Лекции	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Системы одновременных уравнений	Лекции	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

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

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

#### **ПК-1 способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач**

ПК-1.1 Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.3 Дает научное обоснование выбора метода и решает прикладную задачу

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов научных исследований

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

#### **ПК-4 Способен разрабатывать и адаптировать прикладное программное обеспечение**

Пк-4.1 Адаптирует компоненты программных комплексов и информационных систем для решения конкретных прикладных задач

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение отдельных компонент информационных систем и программных комплексов

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-4.3 Осуществляет алгоритмизацию методов решения прикладных задач

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

**ПК-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область**

ПК-5.1 использует методы математического (имитационного) моделирования для анализа экономических процессов и систем

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-5.2 Разрабатывает математические модели конкретных экономических процессов и систем

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:



Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

1. Пуассоновский поток заявок, его свойства. Примеры поток с возможной нестационарностью, неординарностью, возможным последствием.
2. Числовые характеристики случайных процессов.
3. Наилучшие линейные оценки для случайных процессов. Какие 3 задачи о наилучшей линейной оценке для случайного процесса существуют? В чем разница?
4. Винеровский процесс, его основные свойства.
5. Сходимость по вероятности, почти наверное, в среднем квадратическом.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла;

Ответ содержит неточности – 1 балл.

ОПК-1.2 Использует базовые знания в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности, вносит некоторые коррективы при их использовании в профессиональной деятельности

1. Найти числовые характеристики случайного процесса  $y(t) = V \cos(\psi t - \theta)$

$V$  и  $\theta$  - независимые случайные величины.  $V$  имеет характеристики  $m_V$ ,  $\sigma_V$ .

Случайная величина  $\theta$  равномерно распределена в  $(0, 2\pi)$ ,  $\psi$  - неслучайный параметр.

2. Стационарная последовательность  $\{\xi_n\}$  имеет спектральную плотность  $f(\lambda) = |5 - e^{-i\lambda}|^2$ . Найти оптимальный линейный прогноз на один шаг вперед.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ОПК-1.3 Применяет и адаптирует фундаментальные понятия и результаты в области математических и естественных наук к решению задач профессиональной деятельности

1. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = x\ell^{-t}$ ,  $t \geq 0$ ,  $x$ -непрерывная случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале  $(-1, 1)$ .
2. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = \ell^{-tx}$ ,  $t \geq 0$ ,  $x$ -случайная величина, принимающая только положительные значения.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Агаларов, З. С. Эконометрика : учебник / З. С. Агаларов, А. И. Орлов. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К, 2023. - 380 с. - ISBN 978-5-394-05196-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2085950>
2. Балдин, К. В. Эконометрика : учебное пособие / К. В. Балдин, О. Ф. Быстров, М. М. Соколов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 255 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684636>

#### Дополнительная литература:

1. Басовский, Л. Е. Эконометрика : учебное пособие / Л. Е. Басовский. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023. — 48 с. — (Высшее образование:

Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01569-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1918517>

Осечкина, Т. А. Эконометрика : учебное пособие для студентов / Т. А. Осечкина, Л. Ю. Абакулина, Е. А. Овсянников ; под редакцией В. Я. Шапиро. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-1316-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257768>

## 2) Программное обеспечение

<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/M41 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.II	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

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

### **Учебное пособие:**

Хохлов Ю.С., Захарова И.В. Теория случайных процессов //ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет». Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015.

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 экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премииальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премииальные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В

каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

В итоге проводятся 3 контрольных мероприятия, распределение баллов между которыми составляет 30/30/40. Контрольные работы проводятся в письменной форме.

### **Вопросы к зачету**

1. Случайная функция. Конечномерные распределения и их свойства. Теорема Колмогорова о системе конечномерных распределений.
2. Классификация случайных функций.
3. Стандартные модели: случайное блуждание, процесс Пуассона, сложный процесс Пуассона, винеровский процесс.
4. Сходимость и непрерывность в среднем квадратическом. Критерии сходимости и непрерывности в среднем квадратическом.
5. Дифференцируемость в среднем квадратическом. Интеграл Римана и его свойства.
6. Стохастический интеграл от неслучайных функций. Свойства стохастического интеграла
7. Линейные стохастические дифференциальные уравнения
8. Корреляционная функция и ее свойства. Теорема Бохнера – Хинчина. Частная корреляционная функция.
9. Спектральное разложение стационарных процессов.
10. Линейные процессы в линейных процессах. Белый шум.
11. Линейное преобразование белого шума. Преобразование Фурье белого шума. Спектральное представление линейного преобразования белого шума.
12. Линейное преобразование стационарных случайных процессов.
13. Наилучшие линейные оценки для случайных процессов. 3 задачи о наилучшей линейной оценке для случайного процесса.

14. Решение задачи прогноза для стационарных случайных последовательностей.

15. Линейная фильтрация.

### Примерные задачи для зачета

1. Найти числовые характеристики случайного процесса

$\zeta(t) = e^{-Xt}$ ,  $t > 0$ , где  $X$  – случайная величина, распределенная по показательному закону с параметром  $\lambda$ .

2. Найти числовые характеристики случайного процесса

$y(t) = V \cos(\psi t - \theta)$ .  $V$  и  $\theta$  - независимые случайные величины.

$V$  имеет характеристики  $m_V$ ,  $\sigma_V$ . Случайная величина  $\theta$  равномерно распределена в  $(0, 2\pi)$ ,  $\psi$  - неслучайный параметр.

3. Стационарная последовательность  $\{\xi_n\}$  имеет спектральную плотность

$f(\lambda) = |5 - e^{-i\lambda}|^2$ . Найти оптимальный линейный прогноз на один шаг вперед.

4. Ковариационная функция процесса  $\xi(t)$  имеет вид  $R(t) = D e^{-\alpha|t|} (1 + \alpha|t|)$ , где

$D > 0$  и  $\alpha > 0$ . Найти спектральную плотность

5. Доказать стационарность случайной последовательности

$\eta_n = a_0 \zeta_n + a_1 \zeta_{n-1}$ ,  $n \in Z$ , где  $\{\zeta_n\}$  - центрированный белый шум. Найти ее спектральную плотность.

### Вариант 1

6. Найти числовые характеристики случайного процесса  $\zeta(t) = e^{-Xt}$ ,  $t > 0$ , где

$X$  – случайная величина, распределенная по показательному закону с параметром  $\lambda$ .

7. Найти числовые характеристики случайного процесса  $y(t) = V \cos(\psi t - \theta)$ .

$V$  и  $\theta$  - независимые случайные величины.  $V$  имеет характеристики  $m_V$ ,  $\sigma_V$ . Случайная величина  $\theta$  равномерно распределена в  $(0, 2\pi)$ ,  $\psi$  - неслучайный параметр.

8. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = x\ell^{-t}$ ,  $t \geq 0$ ,  $x$  - непрерывная случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале  $(-1, 1)$ .

### Задачи для самостоятельной работы

#### Реализации случайного процесса

3. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = x\ell^{-t}$ ,  $t \geq 0$ ,  $x$  - непрерывная случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале  $(-1, 1)$ .
4. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = \ell^{-tx}$ ,  $t \geq 0$ ,  $x$  - случайная величина, принимающая только положительные значения.
5. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = at + x$ ,  $x$  - случайная величина,  $a$  - неслучайная величина.
3. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = xt + a$ ,  $x$  - случайная величина,  $a$  - неслучайная величина.
4. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = x \cos at$ ,  $x$  - случайная величина,  $a$  - неслучайная величина.
5. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = \cos Ut$ ,  $U$  - случайная величина, принимающая положительные значения.
6. Построить семейство реализаций случайного процесса  $\zeta(t) = U \cos at + V \sin at$ , где  $U, V$  - случайные величины,  $a$  - неслучайная величина.

#### Характеристики случайных процессов

1. Определить математическое ожидание и дисперсию случайного процесса  $\zeta = At \sin(t + \beta)$ , где  $A$  и  $\beta$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 1$ ,  $D(A) = 2$ ,  $\beta$  - равномерно распределена на отрезке  $[-\pi, \pi]$ .
2. Определить математическое ожидание и дисперсию случайной функции  $\zeta = At \cos(t + 2\beta)$ , где  $A$  и  $\beta$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 2$ ,  $D(A) = 1$ ,  $\beta$  - равномерно распределена на отрезке  $[0, \pi]$ .
3. Случайный процесс  $x(t)$ ,  $-\infty < t < +\infty$ , задан формулой  $\zeta(t) = A \cos(\zeta t + 2\beta)$ , где  $A$  и  $\beta$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 4$ ,  $D(A) = 3$ ,  $\beta$  - равномерно распределена на отрезке  $[0, \pi]$ . Найти математическое ожидание и дисперсию случайного процесса.

2. Случайный процесс  $x(t)$ ,  $-\infty < t < +\infty$ , задан формулой  $\zeta(t) = A \sin(t + \Pi\beta)$ , где  $A$  и  $\beta$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 1$ ,  $D(A) = 3$ ,  $\beta$  - равномерно распределена на отрезке  $[-1, 1]$ . Найти математическое ожидание и дисперсию случайного процесса.
3. Случайный процесс  $x(t)$ ,  $-\infty < t < +\infty$ , задан формулой  $\zeta(t) = A \sin(\mu t + \alpha)$ , где  $A$  и  $\alpha$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 2$ ,  $D(A) = 1$ ,  $\alpha$  - равномерно распределена на отрезке  $[-\Pi, \Pi]$ . Найти математическое ожидание и дисперсию случайного процесса.
4. Определить математическое ожидание и дисперсию случайного процесса  $\zeta = A \sin(\zeta t + \beta)$ , где  $A$  и  $\beta$  - независимые случайные величины,  $M(A) = 3$ ,  $D(A) = 2$ ,  $\beta$  - равномерно распределена на отрезке  $[0, 2\Pi]$ .
5. Найти математическое ожидание корреляционную функцию и дисперсию случайного процесса  $x(t) = U \sin t + V \cos t$ , где  $U$  и  $V$  - некоррелированные случайные величины, причем  $M(U) = 1$ ,  $M(V) = 8$ ,  $D(U) = 3$ ,  $D(V) = 4$ .
6. Математическое ожидание и корреляционная функция случайного процесса  $x(t)$  заданы выражениями  $m_x(t) = t + 4$ ,  $K_x(t, s) = t s$ . Найти математическое ожидание и корреляционную функцию случайного процесса  $y(t) = 5t x(t) + 2$ .

### **Производная случайной функции и ее характеристики.**

### **Интеграл от случайной функции и его характеристики.**

1. Задана корреляционная функция  $K_x(t, s) = e^{-(t-s)^2}$  случайного процесса  $x(t)$ . Найти корреляционную функцию его производной.
2. Заданы математическое ожидание  $m_x(t) = 4t^3$  и корреляционная функция  $K_x(t, s) = 3e^{-4|s-t|}$  случайного процесса  $x(t)$ . Найти математическое ожидание и корреляционную функцию интеграла  $y(t) = \int_0^t x(s) ds$ .
3. Заданы математическое ожидание  $m_x(t) = 3 + 4t$  и корреляционная функция  $K_x(t, s) = 10e^{-2|s-t|}$  случайного процесса  $x(t)$ . Найти математическое ожидание и корреляционную функцию интеграла  $y(t) = \int_0^t x(s) ds$ .



4. Задана случайная функция  $x(t) = U e^{3t} \cos 2t$ , где  $U$  - случайная величина, имеющая  $M(U) = 5, D(U) = 1$ . Найти математическое ожидание корреляционную функцию и дисперсию интеграла  $y(t) = \int_0^t x(s) ds$ .
5. Характеристики случайного процесса  $x(t)$  заданы выражениями  $m_x(t) = 4t + 1, K_x(t, s) = 3 \cos t \cos s$ . Найти характеристики случайного процесса  $y(t) = \int_0^t x(s) ds$ .

### Стационарные случайные процессы

1. Стационарен ли случайный процесс  $x(t) = \cos(t + \varphi)$ , где  $\varphi$  - случайная величина, распределенная равномерно в интервале  $(0, 2\pi)$ ?
2. Стационарен ли случайный процесс  $x(t) = \sin(2t + \varphi)$ , где  $\varphi$  - случайная величина, распределенная равномерно в интервале  $(0, \pi)$ ?
3. Стационарен ли случайный процесс  $x(t) = \sin(t + \varphi)$ , где  $\varphi$  - случайная величина, распределенная равномерно в интервале  $(0, 2\pi)$ ?
4. Задан случайный процесс  $x(t) = t + U \sin t + V \cos t$ , где  $U$  и  $V$  - случайные величины, причем  $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = 5, M(UV) = 0$ . Доказать, что: а)  $x(t)$  - нестационарный процесс; б)  $x'(t)$  - стационарный процесс.
5. Задан случайный процесс  $x(t) = \cos(t + 2\varphi)$ , где  $\varphi$  - случайная величина, распределенная равномерно в интервале  $(0, 2\pi)$ . Доказать, что  $x(t)$  - стационарный процесс.
6. Является ли стационарным случайный процесс  $x(t) = U \sin t + V \cos t$ , если  $U$  и  $V$  - некоррелированные случайные величины, причем  $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = D > 0$ ?
7. Задан случайный процесс  $x(t) = t^2 + U \sin t + V \cos t$ , где  $U$  и  $V$  - случайные величины, причем  $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = 10, M(UV) = 0$ . Доказать, что: а)  $x(t)$  - нестационарный процесс; б)  $x'(t)$  - стационарный процесс.
8. Будет ли стационарным случайный процесс  $x(t) = a \sin(\omega t + \varphi)$ , где  $a, \omega$  - положительные числа,  $\varphi$  - случайная величина, плотность распределения которой  $\rho(\varphi) = \cos \varphi$  в интервале  $(0, \pi/2)$ ?

### Корреляционная функция

1. Определить корреляционную функцию производной стационарного случайного процесса  $x(t)$ , если  $K_x(\tau) = a e^{-\alpha|\tau|} (1 + \alpha|\tau|)$ .

2. Определить корреляционную функцию и дисперсию случайного процесса  $y(t) = x'(t)$ , если  $K_x(\tau) = a e^{-\alpha|\tau|} (\cos \beta\tau + \sin \beta|\tau|)$ .
3. Задана корреляционная функция  $K_x(\tau) = 2e^{-0,5\tau^2}$  стационарного случайного процесса  $x(t)$ . Найти корреляционную функцию и дисперсию производной  $x'(t)$ .

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 1л. (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Учебная аудитория № 205 Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 304 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, комплект аудиотехники (радиосистема, стационарный микрофон с настольным держателем, усилитель, микшер, акустическая система), проектор, ноутбук.

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
--	--

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания

			кафедры, утвердившего изменения
1.	3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	3. Объем дисциплины. II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменения в учебные планы и обновление рабочих программ практик, рабочих программ дисциплин в части включения часов практической подготовки.	Решение научно- методического совета (протокол №1 от 09.09.2020 г.).
4.	4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. №1456.	Решение научно- методического совета (протокол №6 от 02.06.2021 г.)
5	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/ измененные компетенции в соответствии с	Протокол № 7 заседания ученого совета от 30.12.2021 года

		приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. № 1456	
6	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
7	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
8	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета