

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А.Г. Баханович

\_\_\_\_\_

Регистрационный № \_\_\_\_\_

**СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ  
ИНФОРМАЦИИ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности  
7-06-0612-03 Системы управления информацией**

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области информатики и  
радиоэлектроники

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.Н. Пищов

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 2024

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.С.Муха, профессор кафедры информационных технологий автоматизированных систем учреждения образования «Белорусский государственный университета информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 29.10.2024);

С.Ф.Кондратюк, заместитель директора по работе с вузами и развитию персонала общества с ограниченной ответственностью «Софтарекс Технолоджиес»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой информационных технологий автоматизированных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 21.10.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 3 от 15.11.2024);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 3 от 11.11.2024)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине ««Случайные процессы в системах обработки информации»» разработана для магистрантов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 7-06-0612-03 «Системы управления информацией» в соответствии с требованиями образовательного стандарта углубленного высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Изучение учебной дисциплины «Случайные процессы в системах обработки информации» магистрантами специальности 7-06-0612-03 «Системы управления информацией» является актуальным, так как многие процессы, с которыми приходится иметь дело в системах обработки информации, описываются математическими моделями случайных процессов.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Случайные процессы в системах обработки информации» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: подготовка специалиста, обладающего достаточными знаниями и навыками в области теории случайных процессов, широко применяемых в системах обработки информации для описания реальных процессов.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний в области математических моделей случайных процессов и методов их обработки;

изучение принципов и методов компьютерного моделирования в области случайных процессов;

приобретение навыков применения полученных знаний для решения практических задач, самостоятельного изучения современной литературы по теории случайных процессов;

овладение методами обработки результатов измерений случайных процессов.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Случайные процессы в системах обработки информации» являются такие дисциплины общего высшего образования, как «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика». В свою очередь учебная дисциплина «Случайные процессы в системах обработки информации» содержательно связана с такой учебной дисциплиной, как «Теория оптимальных систем», и является базой для такой учебной дисциплины компонента учреждения образования как, «Планирование научного эксперимента».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Случайные процессы в системах обработки информации» формируется следующая углубленная профессиональная компетенция: составлять математические модели информационных потоков в условиях недостатка информации.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:  
*знать:*

отдельные классы случайных процессов;  
способы описания отдельных классов случайных процессов;  
математические методы анализа случайных процессов;  
основные свойства изученных классов случайных процессов;

*уметь:*

формулировать задачи, связанные с анализом случайных процессов;  
программировать методы анализа и моделирования случайных процессов;  
выбирать программные средства в области анализа случайных процессов;

*иметь навык:*

использования математического обеспечения для моделирования задач, связанных с теорией случайных процессов;

практического применения полученных знаний в области теории случайных процессов при разработке автоматизированных систем обработки информации.

Примерная учебная программа рассчитана на 90 учебных часов, из них – 32 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 16 часов, практические занятия – 16 часов.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Практические занятия
<b>Раздел 1. Введение. Общая теория случайных процессов</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Тема 1. Определение случайного процесса, конечномерные распределения	4	2	2
Тема 2. Моментные функции случайных процессов. Стационарные случайные процессы	4	2	2
<b>Раздел 2. Цепи Маркова</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
Тема 3. Определение цепи Маркова. Уравнение Чепмена-Колмогорова	10	2	8
<b>Раздел 3. Случайные процессы с некоррелированными и независимыми приращениями</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Тема 4. Определения, свойства. Винеровский процесс	2	2	
<b>Раздел 4. Случайные процессы в системах массового обслуживания</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Тема 5. Пуассоновский поток требований в системах массового обслуживания	4	2	2
<b>Раздел 5. Цепи Маркова с непрерывным временем</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
Тема 6. Определение, свойства вероятностей перехода, дифференциальные уравнения для вероятностей перехода	4	2	2
Тема 7. Процессы рождения и гибели, пуассоновский процесс	2	2	
<b>Раздел 6. Свойства выборочных функций случайных процессов</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Тема 8. Непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость случайных процессов	2	2	
<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

#### Тема 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА, КОНЕЧНОМЕРНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Конечномерные распределения.

#### Тема 2. МОМЕНТНЫЕ ФУНКЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ. СТАЦИОНАРНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Моментные функции случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность.

### РАЗДЕЛ 2. ЦЕПИ МАРКОВА

#### Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕПИ МАРКОВА. УРАВНЕНИЕ ЧЕПМЕНА- КОЛМОГОРОВА

Определение цепи Маркова. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Безусловные вероятности состояний. Предельные вероятности.

### РАЗДЕЛ 3. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ С НЕКОРРЕЛИРОВАННЫМИ И НЕЗАВИСИМЫМИ ПРИРАЩЕНИЯМИ

#### Тема 4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СВОЙСТВА. ВИНЕРОВСКИЙ ПРОЦЕСС

Определения случайных процессов с некоррелированными и независимыми приращениями, их описание, свойства. Марковские процессы с непрерывным множеством значений. Винеровский процесс.

### РАЗДЕЛ 4. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

#### Тема 5. ПУАССОНОВСКИЙ ПОТОК ТРЕБОВАНИЙ В СИСТЕМАХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Пуассоновский поток требований в системах массового обслуживания (СМО). Определение Пуассоновского потока требований в СМО, свойства, дифференциальные уравнения для вероятностей, средние характеристики.

### РАЗДЕЛ 5. ЦЕПИ МАРКОВА С НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ

#### Тема 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, СВОЙСТВА ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПЕРЕХОДА, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПЕРЕХОДА

Определение цепи Маркова с непрерывным временем, свойства вероятностей перехода, дифференциальные уравнения для вероятностей перехода.

**Тема 7. ПРОЦЕССЫ РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ, ПУАССОНОВСКИЙ ПРОЦЕСС**

Процессы рождения и гибели, процессы чистого рождения, пуассоновский процесс.

**РАЗДЕЛ 6. СВОЙСТВА ВЫБОРОЧНЫХ ФУНКЦИЙ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ****Тема 8. НЕПРЕРЫВНОСТЬ, ДИФФЕРЕНЦИРУЕМОСТЬ, ИНТЕГРИРУЕМОСТЬ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Определения непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости случайных процессов, необходимые и достаточные условия непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости. Свойства производной в среднем квадратичном. Свойства интеграла в среднем квадратичном с переменным верхним пределом.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Муха, В. С. Случайные процессы : учебно-методическое пособие / В. С. Муха. – Минск : БГУИР, 2013. – 188 с.
2. Муха, В. С. Случайные процессы. Практикум : пособие / В. С. Муха. – Минск : БГУИР, 2012. – 56 с.
3. Муха, В. С. Теория вероятностей / В. С. Муха. – Минск : БГУИР, 2001. – 167 с.
4. Харин, Ю. С. Теория вероятностей, математическая и прикладная статистика : учебник / Ю. С. Харин, Н. М. Зуев, Е. Е. Жук. – Минск : БГУ, 2011. – 463 с.
5. Крамер, Г. Стационарные случайные процессы / Г. Крамер, М. Лидбеттер. – Москва : Мир, 1969. – 398 с.
6. Тихонов, В. И. Марковские процессы / В. И. Тихонов, В. А. Миронов. – Москва : Советское Радио, 1977. – 488 с.
7. Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей / Б. В. Гнеденко. – Москва : Наука, 1988. – 448 с.
8. Коваленко, И. Н. Теория вероятностей и математическая статистика / И. Н. Коваленко, А. А. Филиппова. – Москва : Высшая школа, 1982. – 256 с.
9. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – 2-е изд. – Москва : Наука, 1987. – 336 с.
10. Боровков, А. А. Теория вероятностей / А. А. Боровков. – Москва : Наука, 1986. – 432 с.
11. Острем, К. Ю. Введение в стохастическую теорию управления / К. Ю. Острем. – Москва : Мир, 1973. – 324 с.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

12. Харин, Ю. С. Практикум на ЭВМ по математической статистике / Ю. С. Харин, М. Д. Степанова. – Минск : Университетское, 1987. – 304 с.
13. Боровков, А. А. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания / А. А. Боровков. – Москва : Наука, 1972. – 367 с.
14. Дьяконов, В. П. Матлаб 5.0/5.3. Система символьной математики / В. П. Дьяконов, И. В. Абраменкова. – Москва : Нолидж, 1999. – 640 с.
15. Кетков, Ю. Л. MATLAB 6.x : программирование численных методов / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 672 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- изучение лекционного материала;
- изучение рекомендованной литературы;
- подготовка к выполнению и выполнение заданий практических занятий.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЩАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 7-06-0612-03 «Системы управления информацией» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Случайные процессы в системах обработки информации» рекомендуется зачет. Оценка учебных достижений обучающихся производится по системе «зачтено/не зачтено».

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций могут использоваться следующие формы:

- устный опрос;
- защита результатов выполнения практических работ;
- выполнение теста.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях;
- компьютерное моделирование и программирование.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Моментные функции случайных процессов.
2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.
3. Моделирование цепей Маркова.
4. Динамика вероятностей состояний цепей Маркова.
5. Предельные вероятности состояний цепей Маркова.
6. Пуассоновский поток заявок в СМО.
7. Случайный двоичный сигнал.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)

Программное средство MATLAB 2007 и выше.