

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
*«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»*

Физико-математический факультет  
**Кафедра Прикладной математики и информатики**

УТВЕРЖДАЮ

Декан физмат факультета  
к.ф.-м.н., доц. Коровой О.В.

«*10*»

2019 г



***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА***

на 2019/2020 учебный год

(для набора 2017 года)

Учебной ДИСЦИПЛИНЫ  
***«ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»***

Направление подготовки:  
**01.03.04 Прикладная математика**

профиль подготовки:  
**Математическое моделирование в экономике и технике**

квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Тирасполь, 2019

Рабочая программа дисциплины «*Теория случайных процессов*» /сост.  
Н.В.Косюк – Тирасполь: ГОУ ПГУ, 2019, 14с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Б1.Б.15 Теория случайных процессов базовой части студентам очной формы обучения по направлению подготовки **01.03.04 Прикладная математика** профиль подготовки **Математическое моделирование в экономике и технике** в 6 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **01.03.04 Прикладная математика** профиль подготовки **Математическое моделирование в экономике и технике**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 пр. № 208.

Составитель  /Косюк Н.В., ст. преп./

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целями** освоения дисциплины (модуля) Б1.Б.15 «Теория случайных процессов» являются: формирование математической культуры студентов в области теории случайных процессов, а также овладение аппаратом теории случайных процессов для дальнейшего использования в дисциплинах естественнонаучного и технического содержания.

### Задачи:

- изучить основные понятия и методы теории случайных процессов;
- уметь применять полученные знания, умения и навыки при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности;
- получить представление о важности теории случайных процессов, как раздела математики и о ее роли в естественнонаучных, инженерно-технических и др. исследованиях;
- овладеть навыками самостоятельного изучения учебной литературы по теории случайных процессов;
- получить представление об истории становления и развития теории случайных процессов;
- получить навыки в доказательстве утверждений в курсе теории случайных процессов;
- уметь решать типовые задачи, соответствующие рассматриваемому материалу;
- использовать аппарат теории случайных процессов для решения прикладных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина Б1.Б.15 «Теория случайных процессов» относится к базовой части блока Б1 Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» профиль «Математическое моделирование в экономике и технике». Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: Б1.Б.08 «Математический анализ», Б1.Б.12 «Дифференциальные уравнения», Б1.Б.14 «Теория вероятностей и математическая статистика».

### Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки: ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ПК-10, ПК-12

| Код компетенции | Формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК-7</b>     | способностью к самоорганизации и самообразованию                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>ОПК-1</b>    | готовностью к самостоятельной работе                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ОПК-2</b>    | способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования                                                                                                               |
| <b>ПК-10</b>    | готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решения на основе полученных результатов |
| <b>ПК-12</b>    | способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук                                                                                                                                                                                                      |

В результате освоения дисциплины студент должен:

**3.1. Знать:**

- основные понятия и аксиомы теории случайных процессов;
- основные виды случайных процессов: нормальный, стационарный, с независимыми приращениями, с некоррелированными приращениями, Марковский, винеровский, пуассоновский;
- вероятностные характеристики случайных процессов;
- основную особенность эргодических случайных процессов;
- спектральные характеристики стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками;
- некоторые характеристики цепей Маркова, Марковских процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем, процессов «гибели и размножения»;
- некоторые модели теории массового обслуживания и их характеристики;
- потоки событий: ординарные, стационарные, без последствия, регулярные, простейшие
- потоки Пальма и Эрланга;
- предельные теоремы теории потоков.

**3.2. Уметь:**

- строить математические задачи с учетом профессиональной спецификации;
- строить и анализировать вероятностные модели различных экспериментов;
- использовать вероятностные методы для решения прикладных задач;
- вычислять основные вероятностные характеристики случайных процессов;
- проверять непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость случайных процессов;
- находить вероятностные характеристики производной, интеграла случайных процессов;
- вычислять передаточную функцию линейной динамической системы;
- исследовать случайный процесс на эргодичность;
- вычислять спектральную плотность по ковариационной функции и наоборот;
- вычислять спектральные и вероятностные характеристики линейных преобразований случайных процессов;
- строить и решать уравнения Колмогорова для Марковских случайных процессов;
- находить предельные вероятности состояний для Марковских процессов;
- вычислять основные характеристики некоторых систем массового обслуживания.

**3.3. Владеть:**

- основными математическими понятиями и утверждениями, применяемыми в теории случайных процессов.

**4. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:**

Таблица 1

| Семестр | Трудоемкость,<br>з.е./часы | Количество часов |        |              |                 |                   | Форма<br>итогового<br>контроля |
|---------|----------------------------|------------------|--------|--------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|
|         |                            | В том числе      |        |              |                 |                   |                                |
|         |                            | Аудиторных       |        |              |                 | Самост.<br>работы |                                |
|         |                            | Всего            | Лекций | Лаб.<br>раб. | Практич.<br>зан |                   |                                |
| 6       | 3/108                      | 54               | 27     |              | 27              | 54                | зачет                          |

#### 4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Таблица 2

| № раздела     | Наименование разделов           | Количество часов |                   |           |    |                     |
|---------------|---------------------------------|------------------|-------------------|-----------|----|---------------------|
|               |                                 | Всего            | Аудиторная работа |           |    | Внеауд. работа (СР) |
|               |                                 |                  | Л                 | ПЗ        | ЛР |                     |
| 1             | Случайные процессы              | 31               | 10                | 8         |    | 13                  |
| 2             | Потоки событий                  | 19               | 2                 | 4         |    | 13                  |
| 3             | Марковские процессы             | 26               | 6                 | 6         |    | 14                  |
| 4             | Стационарные случайные процессы | 32               | 9                 | 9         |    | 14                  |
| <b>Итого:</b> |                                 | <b>108</b>       | <b>27</b>         | <b>27</b> |    | <b>54</b>           |

#### 4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

##### Лекции

Таблица 3

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем часов | Тема лекции                                                                                                                                                                                                                                         | Учебно-наглядные пособия |
|-------|--------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1     | 1                        | 2           | Понятие о случайном процессе (СП). Основные задачи ТСП. Сечение СП. Реализация СП. Классификация СП. Примеры.                                                                                                                                       | методич. пособия         |
| 2     | 1                        | 2           | Виды СП: нормальный, стационарный, с независимыми приращениями, с некоррелированными приращениями, Марковский с дискретным и непрерывным временем, винеровский, пуассоновский. Математическое ожидание СП, его свойства. Дисперсия СП, ее свойства. | методич. пособия         |
| 3     | 1                        | 2           | Корреляционная функция СП, ее свойства. Нормированная корреляционная функция, ее свойства. Взаимная корреляционная функция и взаимная нормированная корреляционная функция двух СП.                                                                 | методич. пособия         |
| 4     | 1                        | 2           | Комплексные случайные величины и комплексные СП, их характеристики.                                                                                                                                                                                 | методич. пособия         |
| 5     | 1                        | 2           | Операции над случайными процессами (интегрирование, дифференцирование). Сложение СП.                                                                                                                                                                | методич. пособия         |
| 6     | 2                        | 2           | Поток событий, его свойства. Потоки Пальма и Эрланга, их свойства. Предельные теоремы теории потоков.                                                                                                                                               | методич. пособия         |
| 7     | 3                        | 2           | Марковские случайные процессы. Цепь Маркова. Эргодическая теорема для цепи Маркова. Стационарный режим. Предельные вероятности                                                                                                                      | методич. пособия         |
| 8     | 3                        | 2           | Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова. Стационарный режим. Уравнения для предельных вероятностей.                                                                                              | методич. пособия         |
| 9     | 3                        | 2           | Процессы «гибели и размножения», числовые характеристики времени. Стационарный режим. Предельные вероятности. Система массового процесса, ее характеристики                                                                                         | методич. пособия         |
| 10    | 4                        | 2           | Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства корреляционной и нормированной корреляционной функции ССП.                                                                                                                                          | методич. пособия         |

|               |   |           |                                                                                                                                                         |                  |
|---------------|---|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 11            | 4 | 2         | Корреляционная функция производной и интеграла от ССП. Взаимная корреляционная функция ССП и его производной.                                           | методич. пособия |
| 12            | 4 | 2         | Представление ССП в виде гармонических колебаний со случайными амплитудами и случайными фазами. Дискретный спектр ССП.                                  | методич. пособия |
| 13            | 4 | 2         | Непрерывный спектр ССП. Спектральная плотность и нормированная спектральная плотность. Взаимная спектральная плотность ССП и стационарно связанного СП. | методич. пособия |
| 14            | 4 | 1         | Дельта-функция. Стационарный белый шум. Преобразование стационарного случайного процесса стационарной линейной динамической системой.                   | методич. пособия |
| <b>Итого:</b> |   | <b>27</b> |                                                                                                                                                         |                  |

### Практические (семинарские) занятия

Таблица 4

| № п/п         | Номер раздела дисциплины | Объем часов | Тема практического занятия                                                                                                             | Учебно-наглядные пособия |
|---------------|--------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1             | 1                        | 2           | Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса, их свойства                                                                   | методич. пособия         |
| 2             | 1                        | 2           | Корреляционная и нормированная корреляционная функции, их свойства                                                                     | методич. пособия         |
| 3             | 1                        | 4           | Операции над случайными процессами (интегрирование, дифференцирование). Сложение случайных процессов                                   | методич. пособия         |
| 4             | 2                        | 2           | Потоки Пальма и Эрланга, их свойства                                                                                                   | карточки с заданиями     |
| 5             | 2                        | 2           | <i>Контрольная работа №1</i>                                                                                                           | методич. пособия         |
| 6             | 3                        | 2           | Цепи Маркова. Вероятности состояний. Стационарный режим. Предельные вероятности                                                        | методич. пособия         |
| 7             | 3                        | 2           | Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова. Стационарный режим. Предельные вероятности | методич. пособия         |
| 8             | 3                        | 2           | Процессы гибели и размножения. Вероятности состояний. Стационарный режим. Предельные вероятности. Некоторые задачи СМО                 | методич. пособия         |
| 9             | 4                        | 2           | Нахождение характеристик стационарного случайного процесса, применение их свойств                                                      | методич. пособия         |
| 10            | 4                        | 2           | Корреляционная функция производной и интеграла от стационарного СП. Взаимная корреляционная функция стационарного СП и его производной | методич. пособия         |
| 11            | 4                        | 1           | Дискретный спектр стационарного случайного процесса                                                                                    | методич. пособия         |
| 12            | 4                        | 2           | Непрерывный спектр стационарного СП. Спектральная плотность и нормированная спектральная плотность, их свойства                        | методич. пособия         |
| 13            | 4                        | 2           | <i>Контрольная работа №2</i>                                                                                                           | карточки с заданиями     |
| <b>Итого:</b> |                          | <b>27</b>   |                                                                                                                                        |                          |

### Самостоятельная работа студента

Виды самостоятельной работы: домашнее задание (ДЗ), внеаудиторная письменная работа (ВПР), домашняя индивидуальная работа (ДИР), реферат, законспектировать (ЗК)

Таблица 5

| Раздел дисциплины | № п/п | Тема и вид СРС                                                                                                                               | Трудоемкость (в часах) |
|-------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Раздел 1          | 1     | Виды случайных процессов. Характеристики случайного процесса, его (ДЗ)                                                                       | 4                      |
|                   | 2     | Операции над случайными процессами (ДИР)                                                                                                     | 4                      |
|                   | 3     | Комплексные случайные величины и случайные процессы, их характеристики (ЗК)                                                                  | 5                      |
| Раздел 2          | 4     | Потоки Пальма и Эрланга. Предельные теоремы о потоках                                                                                        | 13                     |
| Раздел 3          | 5     | Цепи Маркова (ДЗ)                                                                                                                            | 4                      |
|                   | 6     | Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем (ДЗ), (ВПР)                                                   | 5                      |
|                   | 7     | Марковские процессы гибели и размножения. СМО (ДИР)                                                                                          | 5                      |
| Раздел 4          | 8     | Характеристики стационарного случайного процесса. Представление стационарного случайного процесса в виде гармонических колебаний (ЗК), (ДИР) | 4                      |
|                   | 9     | Дискретный и непрерывный спектры стационарного случайного процесса. Спектральная плотность (ДИР)                                             | 5                      |
|                   | 10    | Преобразование стационарного СП стационарной линейной динамической системой (реферат)                                                        | 5                      |
| <b>Итого:</b>     |       |                                                                                                                                              | <b>54</b>              |

5. **Примерная тематика курсовых проектов (работ):** не предусмотрены

#### 6. Образовательные технологии

##### Образовательные технологии обучения:

- педагогические (обучающие) и личностно ориентированные;
- информационно-развивающие; развивающие и модульные;
- задачная (поисково-исследовательская) технология;
- технология коллективной мыслительной деятельности

Таблица 6

| Семестр       | Вид занятия (Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии                                                           | Количество часов |
|---------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 6             | Л                       | компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций                                                              | 4                |
|               | ПР                      | компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, групповая работа, технология развития критического мышления | 6                |
| <b>Итого:</b> |                         |                                                                                                                 | <b>10</b>        |

7. **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов находятся в ФОС**

#### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### 8.1. Основная литература:

1. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие / В. Е. Гмурман. - 8-е изд., стер. - М.: Высш. шк, 2003. - 405 с.

2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика М.: - 4-е изд., дополн. - Высш. шк, 1972. - 368 с.

3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и инженерные приложения, М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.

4. Сборник задач по Теории вероятностей, математической статистике и теории случайных процессов. Под редакцией Свешникова А.А. М. 1970

5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов. М 1991

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. М 1977

2. Миллер Б.М., Панков А.Р. Теория случайных процессов. М 2002

### **8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.mathelp.spb.ru> - Лекции по высшей математике, учебники on-line, математические web-сервисы.

2. <http://teorver-online.narod.ru/> - Электронная версия нового учебника А.Д. Маниты (мех-мат МГУ) по теории вероятностей и математической статистике.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

аудиторный фонд, в том числе аудитории с интерактивными досками; технические и электронные средства обучения (калькуляторы, ЭВМ)

### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Для лучшего усвоения дисциплины, необходимо в дисциплине «Теория случайных процессов» усвоить классификацию случайных процессов, знать виды случайных процессов и характеристики случайного процесса. Уметь находить вероятности состояний в Марковских процессах. Уметь использовать аппарат случайных величин при решении задач. Все это позволит лучше усвоить другие дисциплины, использующие вероятностные методы.

В качестве особенности организации самостоятельной работы в процессе изучения дисциплины отметим то, что 54 часа отводится на самостоятельную работу.

### **11. Технологическая карта дисциплины**

#### **Технологическая карта по дисциплине «Теория случайных процессов»**

Курс 3

группа ФМ17ДР62ПМ (310)

семестр 6

2019-2020 учебный год

Преподаватель – лектор ст. преп. Косюк Н.В.

Преподаватель, ведущий практические занятия – ст. преп. Косюк Н.В.

Кафедра Прикладной математики и информатики

Таблица №7

| Семестр | Количество часов           |             |        |              |                 |                   | Форма<br>итогового<br>контроля |
|---------|----------------------------|-------------|--------|--------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|
|         | Трудоемкость,<br>з.е./часы | В том числе |        |              |                 |                   |                                |
|         |                            | Аудиторных  |        |              |                 | Самост.<br>работы |                                |
|         |                            | Всего       | Лекций | Лаб.<br>раб. | Практич.<br>зан |                   |                                |
| 6       | 3/108                      | 54          | 27     |              | 27              | 54                | зачет                          |

Таблица 8

| Форма текущей аттестации        | Расшифровка                        | Минимальное кол-во баллов | Максимальное кол-во баллов |
|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Посещение лекционных занятий    | Рассчитывается согласно таблице №9 | 0                         | 10                         |
| Работа на практических занятиях |                                    | 0                         | 10                         |

|                                                                                                           |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|------------|
| Контрольная работа №1 на тему «Случайные процессы, их характеристики. Операции над случайными процессами» |              | 0         | 10         |
| Контрольная работа №2 на тему «Марковские случайные процессы. Стационарные случайные процессы»            |              | 0         | 10         |
| Индивидуальные задания                                                                                    |              | 0         | 30         |
| <b>Итого количество баллов по текущей аттестации</b>                                                      |              | <b>45</b> | <b>70</b>  |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                                                           | <b>Зачет</b> | <b>10</b> | <b>30</b>  |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                                                                |              | <b>55</b> | <b>100</b> |

### Начисление баллов по результатам посещения занятий\*

Таблица №9

| Процент посещенных занятий | Начисляемые баллы |
|----------------------------|-------------------|
| 0-49%                      | 0 баллов          |
| 50-54%                     | 1 балл            |
| 55-59%                     | 2 балла           |
| 60-64%                     | 3 балла           |
| 65-69%                     | 4 балла           |
| 70-74%                     | 5 баллов          |
| 75-79%                     | 6 баллов          |
| 80-84%                     | 7 баллов          |
| 85-89%                     | 8 баллов          |
| 90-94%                     | 9 баллов          |
| 95-100%                    | 10 баллов         |

\*В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан предоставить преподавателю конспект пропущенных лекций. Пропущенные практические занятия отрабатываются в установленном порядке.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Теория случайных процессов» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению **01.03.04 Прикладная математика** профиль подготовки **Математическое моделирование в экономике и технике**

Составитель \_\_\_\_\_ /Н.В. Косюк, ст. преп./

Зав. кафедрой ПМ и И \_\_\_\_\_ /А.В. Коровай, доц., к.ф.-м.н./

Согласовано:

Зав. кафедрой ПМ и И \_\_\_\_\_ / А.В. Коровай, доц., к.ф.-м.н./

Декан физ.-мат. факультета \_\_\_\_\_ /О.В. Коровай, доц., к.ф.-м. н./