

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**Рабочая программа дисциплины  
«Вероятностные методы прогнозирования сложных систем»**

Направление подготовки: **27.03.03 – Системный анализ и управление**

Профиль подготовки  
**Теория и математические методы системного анализа**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Санкт-Петербург  
2017

Рабочая программа дисциплины «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению: 27.03.03– Системный анализ и управление в соответствии с рабочими учебным планом направления подготовки.

**Разработчик:** И.О. Рахманова, кандидат технических наук, доцент.

**Рецензент:** Золотов О.И., кандидат технических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Информационных технологий и безопасности» от «06» сентября 2017 года, протокол №1.

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем» изучается студентами направления подготовки 27.03.03 в одном семестре. Дисциплина включает в себя разделы: случайные величины, виды случайных величин, система двух случайных величин, элементы математической статистики, вероятностные методы прогнозирования, структуризация вероятностных моделей неопределенности, экстремальные распределения экстремальных случайных величин, статистики малых выборок, примеры применения вероятностных методов прогнозирования сложных систем, заключение.

**1.1. Целью изучения дисциплины** является изучение вероятностных методов прогнозирования и их применение при решении задач управления.

**1.2. Задачи изучения дисциплины** – изучение вероятностных методов прогнозирования; знакомство с применением методов прогнозирования при решении задач управления сложными системами; овладение в комплексе научно-методическим аппаратом прогнозирования, основываясь на статистических данных при решении задач управления.

**1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

## *Общепрофессиональные (ОПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОПК-1	готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук
ОПК-2	способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационных систем, работать с традиционными носителями информации, базами знаний

## *Профессиональные (ПК)*

Код компетенции	Наименование и(или) описание компетенции
ПК-1	способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности
ПК-5	способностью разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем

## **1.4. В результате освоения дисциплины студент должен**

### ***Иметь представление:***

- о разработке и адаптации вероятностных методов прогнозирования для анализа сложных систем;
- об основах вероятностных методов прогнозирования и приложениях этого аппарата при изучении сложных систем.
- о реализации управления с применением вероятностных методов прогнозирования в сфере исследования и разработки сложных систем и прогнозирования их поведения в функции времени.

### ***Знать:***

- основные тенденции и научные направления применения в задачах управления вероятностных методов прогнозирования;
- основные принципы вероятностных методов прогнозирования для исследования сложных систем;
- основные теоретические положения и результаты методов математической статистики.

### ***Уметь:***

- владеть методами организации и проведения системных исследований с использованием вероятностных методов прогнозирования;
- применять методы прогнозирования при анализе функционирования сложных систем.

### ***Владеть:***

научно-методическим аппаратом математической статистики при исследовании сложных систем

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем» относится к базовым дисциплинам блока Б1. Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин : «Математика», «Теория вероятностей и статистика» по направлению подготовки бакалавра.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении настоящего предмета, используются в дисциплинах: «Математические методы системного анализа и принятие решений», «Теория и методы прогнозирования», «Информационные технологии обработки данных и процесс принятия решений».

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.ед)	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента (СР)	Контрольная работа	Зачет
	<b>Введение</b>	<b>2</b>			<b>2</b>		
	<b>Модуль 1. Система двух случайных величин</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>		
1	Тема 1.1 Законы распределения случайных величин. Закон и функция распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины	10	1	2	7		
	Тема 1.2 Вероятность попадания случайной точки в полуполосу и в прямоугольник	2			2		
	Тема 1.3 Плотность совместного распределения вероятностей непрерывной двумерной случайной величины	4			4		
	Тема 1.4 Условные законы распределения и математическое ожидание составляющих системы случайных величин	4			4		
	Тема 1.5 Коррелированность и зависимость случайных величин. Линейная регрессия	4			4		
	<b>Модуль 2. Элементы математической статистики</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>25</b>		
2	Тема 2.1 Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма. Точечные оценки	8	1	2	5		
	Тема 2.2 Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия	2			2		
	Тема 2.3 Интервальные оценки. Метод произведений вычисления выборочных средних и дисперсии	6			6		
	Тема 2.4 Метод сумм для вычисления выборочных средних и дисперсии. Асимметрия и эксцесс эмпирического распределения	6			6		

	Тема 2.5 Исследование гипотез. Некоторые общие понятия теории оценки. Интервал конфиденции. Решающие функции	6			6		
3	<b>Модуль 3. Вероятностные методы прогнозирования</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>		
	Тема 3.1 Краткая характеристика методов прогнозирования. Виды прогнозов	8	1	2	5		
	Тема 3.2 Приложение теории суммирования случайного числа независимых случайных величин в задачах прогнозирования	8			8		
	Тема 3.3 Ориентированный процесс случайного блуждания как метод вероятностного моделирования	8			8		
4	<b>Модуль 4. Структуризация вероятностных моделей неопределенности</b>	<b>24</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>21,5</b>		
	Тема 4.1 Меры неопределенности и субъектные вероятности	8	0,5	2	5,5		
	Тема 4.2 Аппроксимация субъективных вероятностей	8			8		
	Тема 4.3 Принцип максимума неопределенности и стохастическое доминирование	8			8		
5	<b>Модуль 5. Экстремальные распределения экстремальных случайных величин</b>	<b>20</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>17,5</b>		
	Тема 5.1 Теоретико-вероятностные основы построения распределений экстремальных значений	8	0,5	2	5,5		
	Тема 5.2 Гипернормальное распределение(HN-распределение)	6			6		
	Тема 5.3 Квантильная функция экстремального M-распределения(m-распределения)	6			6		
6	<b>Модуль 6. Статистики малых выборок</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>34</b>		
	Тема 6.1 Метод построения законов распределения статистик.	9	1	1	7		
	Статистики малых выборок из гауссовых генеральных совокупностей	9			9		
	Тема 6.2 Закон распределения коэффициента вариации	9			9		
	Тема 6.3 Непараметрические статистики малых выборок. Энтропийные метрики	9			9		
7	<b>Модуль 7. Примеры применения вероятностных методов прогнозирования сложных систем</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>18</b>		

Тема 7.1 Формализация слабоструктурированных и неструктурированных задач экономики	8	1	1	6		
Тема 7.2 Производственные функции и информационно-статистические методы их структуризации	6			6		
Тема 7.3 Функции потребительского спроса и информационно-статистические методы их структуризации	6			6		
<b>Заключение</b>	<b>2</b>			<b>2</b>		
<b>Всего</b>	<b>180/5</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>162</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Введение (2 часа)

Предмет и задачи дисциплины. Основные этапы развития вероятностных методов прогнозирования. Роль в научных исследованиях. Вклад отечественных ученых в развитие вероятностных методов прогнозирования.

### Модуль 1. Система двух случайных величин (24 часа)

Законы распределения случайных величин. Закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины. Вероятность попадания случайной точки в полуполосу. Вероятность попадания случайной точки в прямоугольник. Плотность совместного распределения вероятностей непрерывной двумерной случайной величины (двумерная плотность вероятности). Нахождение функции распределения системы по известной плотности распределения. Условные законы распределения составляющих системы случайных величин. Условное математическое ожидание. Зависимые и независимые случайные величины. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Коррелированность и зависимость случайных величин. Линейная регрессия.

### Модуль 2. Элементы математической статистики (28 часов)

Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма. Точечные оценки. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Интервальные оценки. Метод произведений вычисления выборочных средней и дисперсии. Метод сумм для вычисления выборочных средней и дисперсии. Асимметрия и эксцесс эмпирического распределения. Исследование гипотез. Некоторые общие понятия теории оценки. Интервал конфиденции. Решающие функции.

### **Модуль 3. Вероятностные методы прогнозирования (24 часа)**

Краткая характеристика методов прогнозирования. Виды прогнозов. Приложение теории суммирования случайного числа независимых случайных величин в задачах прогнозирования. Ориентированный процесс случайного блуждания как метод вероятностного моделирования.

### **Модуль 4. Структуризация вероятностных моделей неопределенности (24 часа)**

Меры неопределенности и субъектные вероятности. Аппроксимация субъективных вероятностей. Принцип максимума неопределенности и стохастическое доминирование.

### **Модуль 5. Экстремальные распределения экстремальных случайных величин (20 часов)**

Теоретико-вероятностные основы построения распределений экстремальных значений. Гипернормальное распределение (HN-распределение). Асимптотические свойства гипернормального распределения. Некоторые приложения гипернормального распределения и комментарии. Квантильная функция экстремального M-распределения (m-распределения). Экстремальные распределения минимальных величин.

### **Модуль 6. Статистики малых выборок (36 часов)**

Метод построения законов распределения статистик. Статистики малых выборок из гауссовых генеральных совокупностей. Закон распределения коэффициента вариации. Непараметрические статистики малых выборок. Энтропийные метрики.

### **Модуль 7. Примеры применения вероятностных методов прогнозирования сложных систем (20 часов)**

Формализация слабоструктурированных и неструктурированных задач экономики (многокритериальные задачи экономики, неопределенность целевых функций, метод взвешенных сумм, метод парных сравнений). Производственные функции и информационно-статистические методы их структуризации (основные понятия, определения и постулаты, производственная функция Кобба-Дугласа, структуризация производственных функций). Функции потребительского спроса и информационно-статистические методы их структуризации (основные постулаты теории потребления, функции спроса, экстремальный принцип оценивания параметров модели).

### **Заключение**

Рекомендации по дальнейшему овладению дисциплиной вероятностные методы прогнозирования сложных систем. Роль вероятностные методы прогнозирования в научных исследованиях.

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Темы контрольных работ

**Задание 1.** Двумерная случайная величина  $(X, Y)$  задана плотностью совместного распределения:

$$f(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{\pi} & \text{при } \frac{x^2}{*} + \frac{y^2}{9} < 1 \\ 0 & \text{при } \frac{x^2}{*} + \frac{y^2}{9} > 1 \end{cases}$$

Найти условные законы распределения вероятностей составляющих.

**Задание 2.** В первом и во втором ящиках (\*) + 7 шаров:

1-й ящик

(\*)+1 шара с номером 1

2 шара с номером 2

3 шара с номером 3

1 шар с номером 4

2-й ящик

3 шара с номером 1

3 шара с номером 2

1 шар с номером 3

(\*) шаров с номером 4

Пусть  $X$  - номер шара, вынутого из первого ящика,  $Y$  - номер шара, вынутого из второго ящика.

Из каждого ящика вынули по шару.

Найти математическое ожидание случайных величин  $X$  и  $Y$ ; дисперсию и коэффициент корреляции.

**Задание 3.** Система случайных величин  $(X, Y)$  подчинена закону распределения с плотностью

$$f(x, y) = \frac{1}{* \cdot \pi} \cos(x + y), \quad \text{в области } D$$

и  $f(x, y) = 0$  вне этой области.

Область  $D$  определяется неравенствами  $0 \leq x \leq \frac{* \cdot \pi}{2}$ ,  $0 \leq y \leq \frac{* \cdot \pi}{2}$ .

Найти  $(m_x; m_y)$ ,  $\sigma_x; \sigma_y$ , определить коэффициент корреляции  $r_{xy}$ .

**Задание 4.** Найти методом произведений выборочную среднюю и выборочную дисперсию по заданному распределению выборки объема  $n = 100$ :

варианта $x_i$	1.*	2.*	3.*	4.*	5.*	6.*
частота $n_i$	4	16	30	40	6	4

**Задание 5.** Найти методом сумм выборочную среднюю и выборочную дисперсию по заданному распределению выборки объема  $n = 100$ :

варианта $x_i$	40+*	45+*	50+*	55+*	60+*	65+*	70+*	75+*	80+*	85+*
частота $n_i$	2	5	8	35	22	15	6	4	2	1

Выбор варианта указан в электронно-образовательной среде в этой дисциплине

### 5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

### 5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Что называется законом распределения случайной величины?
2. В каких случаях применяются Биномиальное распределение?
3. В каком случае применяется распределение Пуассона?
4. В каком случае используется асимптотическая формула Лапласа?
5. Какой поток событий называется простейшим (пуассоновским)?
6. Какое распределение называется геометрическим?
7. Какими свойствами обладает функция распределения?
8. Что такое плотность вероятности? Как она связана с функцией распределения?
9. Как вычисляется математическое ожидание для дискретной случайной величины?
10. Как вычисляется математическое ожидание для непрерывной случайной величины?
11. Какими свойствами обладает математическое ожидание?
12. Что называется отклонением случайной величины?
13. Дайте определение дисперсии случайной величины.
14. Как вычисляется дисперсия дискретной случайной величины?
15. Как вычисляется дисперсия непрерывной случайной величины?
16. Какими свойствами обладает дисперсия?
17. Как вычисляется среднее квадратическое отклонение?
18. В чем отличие между начальными и центральными теоретическими моментами?
19. Что называется асимметрией теоретического распределения?
20. Что называется эксцессом теоретического распределения?
21. При каком условии распределение вероятностей называется равномерным?
22. Как выглядит график плотности равномерного распределения?

23. Как выглядит график функции равномерного распределения?
24. Что такое нормальный закон распределения?
25. Как называется и как выглядит график плотности нормального распределения?
26. Как выглядит график  $\chi^2$ -распределения?
27. Какое распределение называется распределением Стьюдента?
28. Какое распределение называется распределением Фишера - Снедекора?
29. Какое распределение называется показательным распределением?
30. Какое распределение называется распределением Эрланга?
31. Что определяет функцию надежности?
32. Что называют законом распределения дискретной двумерной случайной величины?
33. Как определяется функция распределения двумерной случайной величины?
34. Какова геометрическая интерпретация функции распределения двумерной случайной величины?
35. Какими свойствами обладают функции двумерной случайной величины?
36. Чему равна вероятность попадания случайной точки в полуполосу?
37. Чему равна вероятность попадания случайной точки в прямоугольник?
38. Что называется плотностью совместного распределения вероятностей двумерной непрерывной случайной величины?
39. Какую поверхность называют поверхностью распределения?
40. Какими свойствами обладает двумерная плотность вероятности?
41. Как связана плотность совместного распределения и функция распределения двумерной случайной величины?
42. Что называется условным распределением?
43. Что называется условной плотностью?
44. Что называют условным математическим ожиданием?
45. Что такое функция регрессии?
46. Что называется корреляционным моментом двух случайных величин?
47. Чему равен корреляционный момент двух независимых случайных величин?
48. Когда две случайные величины называются некоррелированными?
49. Как вычисляется коэффициент регрессии?
50. Каким уравнением определяется прямая среднеквадратической регрессии?
51. Что понимается под статистическим распределением выборки?
52. Какую функцию называют эмпирической функцией распределения?
53. Какими свойствами обладает эмпирическая функция?
54. Что такое гистограмма частот?
55. Какую оценку называют точечной?
56. Какую оценку называют несмещенной?
57. Какую оценку называют смещенной?
58. Какую оценку называют несмещенной оценкой математического ожидания?
59. Какую оценку называют смещенной оценкой генеральной дисперсии?
60. Какую оценку называют несмещенной оценкой генеральной дисперсии?

61. В чем суть метода моментов точной оценки неизвестных параметров заданного распределения?
62. В чем суть метода наибольшего правдоподобия?
63. Приведите примеры известных Вам интервальных оценок.
64. В чем суть метода произведений вычисления выборочной средней, дисперсии, асимметрии и эксцесса?
65. В чем суть метода сумм?
66. Что такое интервал конфиденции?
67. Что такое решающие функции?
68. Какие существуют виды прогнозов?
69. Как строятся прогнозные модели?
70. Как осуществляется оценка параметров прогнозной модели?
71. По каким критериям производят выбор оптимального вида прогнозной модели?
72. Как можно оценить вероятность попадания случайной величины в заданный участок?
73. Приведите пример теории суммирования случайного числа независимых случайных величин в задачах прогнозирования.
74. Какой подход применяется, когда вероятностную модель трудно составить из-за больших неопределенностей (или ее сложности)?
75. В каком случае динамический ряд целесообразно представить в виде ориентированного процесса случайного блуждания?
76. Является ли случайной оценка коэффициента корреляции, определяемая по выборке малых объемов?
77. На каком математическом понятийном аппарате могут быть построены формализованные модели неопределенности?
78. В чем состоит процесс экспериментирования?
79. Что является предметом изучения теории вероятностей?
80. Чем обусловлено введение меры неопределенности?
81. Что обычно используется в качестве меры неопределенности распределения вероятностей дискретной случайной величины?
82. Дайте определение энтропии Шеннона.
83. Что используется для сравнения различных распределений?
84. Что такое нечеткое множество?
85. Что понимается под субъективной вероятностью?
86. Какие существуют методы для оценок субъективной вероятности?
87. Какие основные требования должны удовлетворять понятию меры неопределенности?
88. В чем отличие простого линейного отношения порядка от усиленного?
89. Какой показатель используют в качестве характеризующего степень снижения уровня неопределенности?
90. Что характеризует показатель избыточности?
91. В чем заключается сущность аппроксимации субъективных вероятностей?
92. В чем суть принципа максимума неопределенности?
93. Что называется распределением экстремальных значений?

94. Как используется принцип максимума неопределенности при формировании наблюдаемых экстремальных величин?
95. Приведите примеры построения модели экстремальных величин на основе принципа максимума неопределенности.
96. Какие есть особенности построения экстремальных распределений минимальных величин?
97. В чем суть метода рандомизации случайных величин?
98. Чем обусловлено введение в рассмотрение выборочного распределения коэффициента вариации?
99. Что такое коэффициент вариации?
100. В чем заключается порядок формирования непараметрической статистики малых выборок при проверке небольших последовательностей случайных чисел на нормальность?
101. Каков порядок использования W-критерия нормальности Шапиро-Уилка?
102. Для чего вводятся в рассмотрение тестовые статистики?
103. С помощью чего возможно идентифицировать короткие динамические ряды и малые выборки из гауссовских совокупностей по ограниченной информации?
104. В чем заключается основная задача математической статистики?
105. Что характеризуют энтропийные метрики?
106. Дайте определение понятию «критерий».
107. При помощи какой функции можно сравнивать различные доли системы?
108. Что такое функции дискомфорта?
109. Что понимается под объединением (свертыванием) векторного критерия оптимальности?
110. Что такое весовые коэффициенты?
111. Что такое субъективная вероятность?
112. Что такое качественная вероятность?
113. В чем сущность метода парных сравнений?
114. Как определяются коэффициенты линейной средней квадратической регрессии для генеральной совокупности?
115. Что является целью регрессионного анализа?

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Аверченков В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный учебник] : учебное пособие / Аверченков В. И.. - БГТУ, 2012. - 271 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/7003>
2. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования [Электронный учебник] : учебное пособие / Маликов Р. Ф.. - Горячая линия - Телеком, 2010. - 368 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12015>
3. Минько Э. В. Методы прогнозирования и исследования операций [Электронный учебник] : учебное пособие / Минько Э. В.. - Финансы и статистика, 2012. - 480 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18821>
4. Родин Б. П. Случайные процессы в линейных системах [Электронный учебник] : учебное пособие по курсу теории автоматического управления / Родин Б. П.. - Вузовское образование, 2013. - 19 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18388>
5. Семаков С. Л. Элементы теории вероятностей и случайных процессов [Электронный учебник] : учебное пособие / Семаков С. Л.. - Физматлит, 2011. - 232 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12919>
6. Тихонов В. И. Случайные процессы [Электронный учебник] : примеры и задачи Оценка сигналов, их параметров и спектров Основы теории информации Учебное пособие / Тихонов В. И.. - Горячая линия - Телеком, 2012. - 400 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12044>

### Дополнительная:

1. Кожухар В. М. Основы научных исследований [Электронный учебник] : учебное пособие / Кожухар В. М.. - Дашков и К, 2010 - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/4453>
2. Маюрникова Л. А. Основы научных исследований в научно-технической сфере [Электронный учебник] : учебно-методическое пособие / Маюрникова Л. А.. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. - 123 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/14381>
3. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований [Электронный учебник] : учебное пособие / Шкляр М. Ф.. - Дашков и К, 2012. - 244 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/10946>
4. Рябинин, Игорь Алексеевич. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Электронный учебник] : монография / И. А. Рябинин. - Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. - 275, [1] с. ; [1] л. портр. - Режим доступа: [http://lib.nwot.ru:8087/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&sys\\_code=16298&bns\\_string=IBIS](http://lib.nwot.ru:8087/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&sys_code=16298&bns_string=IBIS)
5. Соколов Г. А. Теория случайных процессов для экономистов [Электронный учебник] : учебное пособие / Соколов Г. А.. - Физматлит, 2010. - 208 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12930>

## **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office 2010
2. Текстовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Opera и др.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВПО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Учебно-информационный центр АНО ВПО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>
6. Справочная правовая система «КонсультантПлюс»,
7. Справочная правовая система «Гарант».

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем» имеет свои особенности, которые обусловлены её местом в подготовке бакалавра. Выполняя важную образовательную функцию, связанную с формированием культуры мышления у студентов, «Вероятностные методы прогнозирования сложных систем» выступает в качестве основы приобретения способностей к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента, консультации.

На завершающем этапе изучения дисциплины необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для подготовки к зачету, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

После изучения тем дисциплины следует приступить к выполнению контрольной работы.

В завершении изучения учебной дисциплины студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется

рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана, выполнившие контрольную работу и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно -рейтинговой системой.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:  
(WWW(англ. WorldWideWeb – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;  
FTP (англ. FileTransferProtocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;  
IRC (англ. InternetRelayChat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;  
ICQ (англ. I seekyou – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.
2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.
3. Технология мультимедиа в режиме диалога.
4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.
2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
3. Электронная информационно-образовательная среда университета.
4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест по модулю 1	0 – 5
Контрольный тест по модулю 2	0 – 5
Контрольный тест по модулю 3	0 – 5
Контрольный тест по модулю 4	0 – 5
Контрольный тест по модулю 5	0 – 5
Контрольный тест по модулю 6	0 – 5
Контрольный тест по модулю 7	0 – 5
Контрольная работа	0 – 30
Итого за учебную работу	<b>0 – 70</b>
Промежуточная аттестация (итоговый контрольный тест)	0 – 30
<b>Всего</b>	<b>0 - 100</b>
<b>БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)</b>	<b>Баллы</b>
- за активность	<b>0 -10</b>
- за участие в олимпиаде	<b>0 - 50</b>
- за участие в НИРС	<b>0 - 50</b>
- за оформление заявок на полезные методы (рацпредложения)	<b>0 - 50</b>

### Бальная шкала оценки

Оценка	Количество баллов
«зачтено»	51 – 100
«не зачтено»	менее 51

### Оценка по контрольной работе

Оценка	Баллы
отлично	27 - 30
хорошо	23 - 26
удовлетворительно	18 - 22
неудовлетворительно	менее 18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций *Общепрофессиональные (ОПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ОПК-1</b>	готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук
<b>ОПК-2</b>	способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационных систем, работать с традиционными носителями информации, базами знаний

### *Профессиональные (ПК)*

Код компетенции	Наименование и(или) описание компетенции
<b>ПК-1</b>	способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности
<b>ПК-5</b>	способностью разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 1
<b>2</b>	Модуль 2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 2
<b>3</b>	Модуль 3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 3
<b>4</b>	Модуль 4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 4
<b>5</b>	Модуль 5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 5
<b>6</b>	Модуль 6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 6
<b>7</b>	Модуль 7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольный тест 7
<b>8</b>	Модули 1-7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа Итоговый контрольный тест

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап	Знать: (ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5) <ul style="list-style-type: none"> <li>•основные тенденции и научные направления применения в задачах управления вероятностных методов прогнозирования;</li> <li>•основные принципы вероятностных методов прогнозирования для исследования сложных систем;</li> <li>•основные теоретические положения и результаты методов математической статистики.</li> </ul>	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
Второй этап	Уметь: (ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5) <ul style="list-style-type: none"> <li>•владеть методами организации и проведения системных исследований с использованием вероятностных методов прогнозирования;</li> <li>•применять методы прогнозирования при анализе функционирования сложных систем.</li> </ul>	Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
Третий этап	Владеть (ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5) научно-методическим аппаратом математической статистики при исследовании сложных систем	Демонстрирует низкий уровень владения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

#### 4. Шкалы оценивания

(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест по модулю 1	0 – 5
Контрольный тест по модулю 2	0 – 5
Контрольный тест по модулю 3	0 – 5
Контрольный тест по модулю 4	0 – 5
Контрольный тест по модулю 5	0 – 5
Контрольный тест по модулю 6	0 – 5
Контрольный тест по модулю 7	0 – 5
Контрольная работа	0 – 30
Итого за учебную работу	<b>0 – 70</b>
Промежуточная аттестация (итоговый контрольный тест)	0 – 30
Всего	<b>0 - 100</b>

#### Бальная шкала оценки

Оценка	Количество баллов
«зачтено»	51 – 100
«не зачтено»	менее 51

**5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

#### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

**Задание 1.** Двумерная случайная величина  $(X, Y)$  задана плотностью совместного распределения:

$$f(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{\pi} & \text{при } \frac{x^2}{*} + \frac{y^2}{9} < 1 \\ 0 & \text{при } \frac{x^2}{*} + \frac{y^2}{9} > 1 \end{cases}$$

Найти условные законы распределения вероятностей составляющих.

#### 5.2. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

- а) один из игроков имеет бесконечное число стратегий.
- б) оба игрока имеют бесконечно много стратегий.
- в) оба игрока имеют одно и то же число стратегий.
- г) оба игрока имеют конечное число стратегий.

2. Пусть матричная игра задана матрицей, в которой все элементы положительны. Цена игры положительна:

- а) да.
- б) нет.

в) нет однозначного ответа.

3. Цена игры всегда меньше верхней цены игры, если обе цены существуют:

а) да.

б) нет.

в) вопрос некорректен.

4. Оптимальная смешанная стратегия для матричной игры меньше любой другой стратегии.

а) да.

б) нет.

в) вопрос некорректен.

г) нет однозначного ответа.

5. Если в матрице все столбцы одинаковы и имеют вид  $(4 \ 5 \ 0 \ 1)$ , то какая стратегия оптимальна для 2-го игрока?

а) первая.

б) вторая.

в) любая из четырех.

6. Какое максимальное число седловых точек может быть в игре размерности  $2 \times 3$  (матрица может содержать любые числа)

а) 2.

б) 3.

в) 6.

7. Максимум по  $x$  минимума по  $y$  и минимум по  $y$  максимума по  $x$  функции выигрыша первого игрока:

а) всегда разные числа, первое больше второго.

б) не всегда разные числа; первое не больше второго.

в) связаны каким-то иным образом.

8. Пусть в антагонистической игре  $X=(1;2)$ - множество стратегий 1-го игрока,  $Y=(5;8)$ - множество стратегий 2-го игрока. Является ли пара  $(1;5)$  седловой точкой в этой игре:

а) всегда.

б) иногда.

в) никогда.

9. В матричной игре размерности  $2 \times 2$  есть 4 седловых точки?

а) Всегда.

б) иногда.

в) никогда.

10. Пусть в матричной игре одна из смешанных стратегий 1-го игрока имеет вид  $(0.3, 0.7)$ , а одна из смешанных стратегий 2-го игрока имеет вид  $(0.4, 0, 0.6)$ . Какова размерность этой матрицы?

а)  $2 \times 3$ .

б)  $3 \times 2$ .

в) другая размерность.

11. Если известно, что функция выигрыша 1-го игрока равна числу 1 в седловой точке, то значения этой функции могут принимать значения:

а) любые.

б) только положительные.

в) только не более числа 1.

12. Принцип доминирования позволяет удалять из матрицы за один шаг:

а) целиком строки.

б) отдельные числа.

в) подматрицы меньших размеров.

13. В графическом методе решения игр  $2 \times m$  непосредственно из графика находят:

- а) оптимальные стратегии обоих игроков.
- б) цену игры и оптимальную стратегию 2-го игрока.
- в) цену игры и оптимальную стратегию 1-го игрока.

14. График нижней огибающей для графического метода решения игр  $2 \times m$  представляет собой в общем случае:

- а) ломаную.
- б) прямую.
- в) параболу.

15. Чем можно задать матричную игру:

- а) одной матрицей.
- б) двумя матрицами.
- в) ценой игры.

16. В матричной игре произвольной размерности смешанная стратегия любого игрока – это:

- а) число.
- б) множество.
- в) вектор, или упорядоченное множество.
- г) функция.

17. В матричной игре  $2 \times 2$  две компоненты смешанной стратегии игрока:

- а) определяют значения друг друга.
- б) независимы.

18. Биматричная игра может быть определена:

- а) двумя матрицами только с положительными элементами.
- б) двумя произвольными матрицами.
- в) одной матрицей.

19. В матричной игре элемент  $a_{ij}$  представляет собой:

- а) выигрыш 1-го игрока при использовании им  $i$ -й стратегии, а 2-м –  $j$ -й стратегии.
- б) оптимальную стратегию 1-го игрока при использовании противником  $i$ -й или  $j$ -й стратегии.
- в) проигрыш 1-го игрока при использовании им  $j$ -й стратегии, а 2-м –  $i$ -й стратегии.

20. Элемент матрицы  $a_{ij}$  соответствует седловой точке. Возможны следующие ситуации:

- а) этот элемент строго меньше всех в строке.
- б) этот элемент второй по порядку в строке.
- в) в строке есть элементы и больше, и меньше, чем этот элемент.

21. В биматричной игре размерности  $3 \times 3$  ситуаций равновесия бывает:

- а) не более 3.
- б) не менее 6.
- в) не более 9.

22. Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

- а) один из игроков выигрывает.
- б) игроки имеют разное число стратегий.
- в) можно перечислить стратегии каждого игрока.

23. Пусть матричная игра задана матрицей, в которой все элементы отрицательны. Цена игры положительна:

- а) да.
- б) нет.
- в) нет однозначного ответа.

24. Оптимальная смешанная стратегия для матричной игры не содержит нулей:
- да.
  - нет.
  - вопрос некорректен.
  - не всегда.
25. Цена игры - это:
- число.
  - вектор.
  - матрица.
26. Если в матрице все столбцы одинаковы и имеют вид  $(4\ 5\ 0\ 1)$ , то какая стратегия оптимальна для 1-го игрока:
- первая чистая.
  - вторая чистая.
  - какая-либо смешанная.
27. Какое максимальное число седловых точек может быть в игре размерности  $5 \times 5$  (матрица может содержать любые числа) :
- 5.
  - 10.
  - 25.
28. Пусть в антагонистической игре  $X=(1;2)$ - множество стратегий 1-го игрока,  $Y=(2;8)$ - множество стратегий 2-го игрока. Является ли пара  $(2;2)$  седловой точкой в этой игре :
- всегда.
  - иногда.
  - никогда.
29. Бывает ли в биматричной игре (размерности  $3 \times 3$ ) 4 ситуации равновесия?
- Всегда.
  - иногда.
  - никогда.
30. Пусть в матричной игре размерности  $2 \times 3$  одна из смешанных стратегий 1-го игрока имеет вид  $(0.3, 0.7)$ , а одна из смешанных стратегий 2-го игрока имеет вид  $(0.3, x, 0.5)$ . Чему равно число  $x$ ?
- 0.4.
  - 0.2.
  - другому числу.

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

- Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.
- Студент информируется о результатах текущей успеваемости.
- Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.
- Производится идентификация личности студента.
- Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.
- Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.