

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДИРЕКТОР ИСТР
д.соц.н. Осьмук Л. А.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория случайных процессов

Образовательная программа: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:
Автоматизированные системы обработки информации и управления в социальной сфере
Курс: 3, семестр : 6

Институт социальных технологий и реабилитации,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	47
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	61
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

ФГОС введен в действие приказом №5 от 12.01.2016 г. , дата утверждения: 09.02.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АСУ, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете института социальных технологий и реабилитации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Ганелина Н. Д.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Гриф М. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гриф М. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач; в части следующих результатов обучения:	
35. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
36. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	
37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	
у6. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	
у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; в части следующих результатов обучения:	
у12. уметь принимать решения в условиях статистической неопределенности, в условиях конфликта	
у5. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория случайных процессов</i>	
ОПК.2.35 знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
1.знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.36 знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	
2.знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.37 знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	
3.знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у6 умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	
4.умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у8 уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
5.уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.у12 уметь принимать решения в условиях статистической неопределенности, в условиях конфликта	
6.уметь принимать решения в условиях статистической неопределенности, в условиях конфликта	Лекции

ПК.3.у5 уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	
7. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	Лекции

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Вероятностные характеристики случайных процессов			
1. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 6
2. Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса.	0	2	1, 2, 3, 4, 5
3. Белый шум. Некоторые классы СП	0	2	1, 2, 3, 4, 5
Дидактическая единица: Стационарный случайный процесс			
4. Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности. Стационарный белый шум. Линейные преобразования	0	4	1, 2, 3, 4, 5
Дидактическая единица: Марковские случайные процессы			
5. Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов	0	2	1, 2, 3, 4, 5
Дидактическая единица: Моделирование СП			
6. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного)	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
7. Моделирование марковского случайного процесса.	0	2	1, 2, 3, 4, 5

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Вероятностные характеристики случайных процессов				

1. Исследование основных характеристик СП. Описание траекторий СП, нахождение семейств распределений СП. Нахождение вероятностных характеристик СП: математического ожидания и ковариационной функции, взаимных ковариационных функций СП. Определение стационарности и эргодичности СП	4	4	3, 4, 5	Расчет основных характеристик СП. Решение задач.
Дидактическая единица: Моделирование СП				
2. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного)	6	6	1, 2, 3, 4, 5	Моделирование СП.
3. Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем).	8	8	1, 2, 3, 4, 5	Моделирование СП.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ	1, 3, 4	30	4
: Ганелина Н. Д. Введение в теорию случайных процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса АВТФ по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника] / Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5	10	1
: Ганелина Н. Д. Введение в теорию случайных процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса АВТФ по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника] / Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137 . - Загл. с экрана. Веретельникова Е. Л. Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс] : конспект лекций / Е. Л. Веретельникова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222420 . - Загл. с экрана. Никитина Н. Ш. Теория вероятности, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149224 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5	21	4
: Ганелина Н. Д. Введение в теорию случайных процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса АВТФ по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника] / Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Кейс-стади	ОПК.2;
Формируемые умения: уб. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности		
Краткое описание применения: Студенты анализируют предлагаемы процесс, выбирают способ создания модели, проводят расчеты, интерпретируют полученные результаты.		

2	Проблемный метод	ОПК.2;
Формируемые умения: 35. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности; 36. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность; 37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира; уб. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности; у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов		
Краткое описание применения: Студенты анализируют возможность применения предлагаемых алгоритмов для решения поставленной задачи. Интерпретируют полученные результаты.		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Лабораторная:	20	40
РГЗ:	20	40

Зачет:	10	20
--------	----	----

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.2	35. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности		+
	36. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность		+
	37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира		+
	у6. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности		+
	у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	+	+
ПК.3	у12. уметь принимать решения в условиях статистической неопределенности, в условиях конфликта		+
	у5. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : [учебное пособие для втузов] / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - М., 2007. - 477, [2] с. : ил.
2. Волков И. К. Случайные процессы : [учебник для втузов] / И. К. Волков, С. М. Зуев, Г. М. Цветкова ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М., 2006. - 447 с.
3. Бекарева Н. Д. Случайные процессы : конспект лекций / Н. Д. Бекарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 222, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087371
4. Никитина Н. Ш. Теория вероятности, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149224. - Загл. с экрана.
5. Никитина Н. Ш. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175434. - Загл. с этикетки диска.
6. Бекарева Н. Д. Случайные процессы : учебное пособие для 3 курса ФПМИ направления "Прикладная математика и информатика" (01.03.02) / Н. Д. Бекарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 124, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233613

Дополнительная литература

1. Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.
2. Тихонов В. И. Случайные процессы. Примеры и задачи. Т. 4 : учебное пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых ; под ред. В. В. Сизых. - М., 2005. - 367 с. : ил.
3. Прохоров Ю. В. Теория вероятностей. Основные понятия. Предельные теоремы. Случайные процессы : [справочник] / Ю. В. Прохоров, Ю. А. Розанов. - М., 1987. - 397 с. : ил.
4. Веричев С. Н. Специальные главы высшей математики : элементы теории вероятностей и статистической обработки экспериментальных данных : учебное пособие / С. В. Веричев, В. И. Икрянников, Б. С. Резников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 99 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023729
5. Аркашов Н. С. Теория вероятностей и случайные процессы : [учебное пособие для нематематических специальностей вузов] / Н. С. Аркашов, А. П. Ковалевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 237 с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000192879
6. Миллер Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах / Б. М. Миллер, А. Р. Панков ; под ред. А. И. Кибзуна. - М., 2002. - 317 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Веретельникова Е. Л. Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс] : конспект лекций / Е. Л. Веретельникова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222420. - Загл. с экрана.
2. Ганелина Н. Д. Введение в теорию случайных процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса АВТФ по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника] / Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Denwer

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Компьютер мультимедиа	Для проведения занятий с о студентами ИСР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДИРЕКТОР ИСТР
д.соц.н., профессор Л.А. Осьмук
“ ” _____ _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория случайных процессов

Образовательная программа: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:
Автоматизированные системы обработки информации и управления в социальной сфере

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Теория случайных процессов» приведена в Таблице 1.

Таблица 1.

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ)	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	34. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Белый шум. Некоторые классы СП Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем). Моделирование марковского случайного процесса. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного) Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности Стационарный белый шум. Линейные преобразования		Зачет, вопросы 1-13
ОПК.2	35. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и	Белый шум. Некоторые классы СП Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса.		Зачет, вопросы 1-5.

	необходимости оценивать погрешность	Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов. Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем). Моделирование марковского случайного процесса. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного). Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности. Стационарный белый шум. Линейные преобразования		
ОПК.2	зб. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Белый шум. Некоторые классы СП. Исследование основных характеристик СП. Описание траекторий СП, нахождение семейств распределений СП. Нахождение вероятностных характеристик СП: математического ожидания и ковариационной функции, взаимных ковариационных функций СП. Определение стационарности и эргодичности СП. Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов. Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем). Моделирование		Зачет, вопрос 1-13.

		марковского случайного процесса. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного) Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности Стационарный белый шум. Линейные преобразования		
ОПК.2	у5. умеет работать с системными естественнонаучным и моделями объектов профессиональной деятельности	Белый шум. Некоторые классы СП Исследование основных характеристик СП. Описание траекторий СП, нахождение семейств распределений СП. Нахождение вероятностных характеристик СП: математического ожидания и ковариационной функции, взаимных ковариационных функций СП. Определение стационарности и эргодичности СП Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем). Моделирование марковского случайного процесса. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные		Зачет, вопросы 5-6, 9-13.

		законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного) Стационарные случайные процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности Стационарный белый шум. Линейные преобразования		
ОПК.2	у7. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Белый шум. Некоторые классы СП Исследование основных характеристик СП. Описание траекторий СП, нахождение семейств распределений СП. Нахождение вероятностных характеристик СП: математического ожидания и ковариационной функции, взаимных ковариационных функций СП. Определение стационарности и эргодичности СП Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция двух процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Марковские случайные процессы. Марковские цепи. Краткая характеристика нормального, винеровского и др. случайных процессов Моделирование марковских случайных процессов (с дискретным и непрерывным временем). Моделирование марковского случайного процесса. Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного) Стационарные случайные	РГЗ. Численные характеристики случайной функции.	Зачет, вопросы 1-13.

		процессы (ССП). Свойства стационарных случайных процессов, их связь с вероятностными характеристиками СП. Эргодическое свойство. ССП с дискретным спектром, непрерывным спектром. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Свойства спектральной плотности. Стационарный белый шум. Линейные преобразования		
ПК.3/НИ готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	у5. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного)		Зачет, вопросы 10. 12
ПК.3/НИ	у12. уметь принимать решения в условиях статистической неопределенности, в условиях конфликта	Понятие случайной функции, случайного процесса. Элементарная случайная функция. Способы описания случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов. Конечномерные законы распределения СП. Математическое ожидание и ковариационная функция. Свойства моментов второго порядка. Простейший поток однородных событий. Моделирование потоков событий (в т.ч. неординарного)		Зачет, вопросы 1, 3, 5, 6, 9-12.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.3/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билеты составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, и практических заданий, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.3/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Теория случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: один вопрос выбирается из диапазона вопросов, посвященных потокам событий, второй вопрос из диапазона вопросов, посвященных характеристикам и моделированию случайных процессов (список вопросов приведен ниже), третье задание – практическое. Время на выполнение заданий составляет 2 ак. часа: все студенты одной группы выполняют задания одновременно в течение одной пары; уточняющие вопросы преподаватель задает после проверки работ.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ИСТР

Билет № 11

к зачету по дисциплине «Теория случайных процессов»

- 1 Вопрос 1. Стационарные процессы: стационарность в узком смысле, стационарность в широком смысле.
- 2 Вопрос 2. Простейший поток событий.
- 3 Практическое задание.
Найти характеристики элементарной случайной функции (матожидание, дисперсию, корреляционную функцию, нормированную корреляционную функцию, плотность распределения): $Y(t) = Xe^{-t}, t > 0$, где X – случайная величина, распределенная по нормальному закону с параметрами m и σ .

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 11 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 11 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 12-17 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 11 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория случайных процессов»

1. Случайные процессы (СП): основные определения, траектории СП, сечения, случайные функции (СФ), последовательности.
2. Конечномерные распределения СП.
3. Определение математического ожидания, ковариационной функции, дисперсии процесса, взаимной ковариационной функции процессов.
4. Белый шум.
5. Марковские процессы: определение, переходная вероятность, условия Чепмена-Колмогорова.
6. Стационарные процессы: стационарность в узком смысле, стационарность в широком смысле.
7. Эргодические процессы: определение, необходимые и достаточные условия эргодичности.
8. Спектральные характеристики стационарного СП.
9. Марковские цепи: основные определения, классификация состояний, финальные вероятности.
10. Потoki событий. Интенсивность потока. Простейший поток событий.
11. Пуассоновский поток событий. Поток Эрланга.
12. Моделирование потока событий.
13. Моделирование марковского процесса.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», 6 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать основные численные характеристики случайной функции, заданной таблице значений, определить, является ли функция стационарной.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ массива данных, рассчитать оценки математического ожидания, дисперсии, среднеквадратического отклонения случайной функции, а также корреляционную функцию и спектральную плотность.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Описание массива данных.
2. Расчет математического ожидания, дисперсии, среднеквадратического отклонения. Построение графиков.
3. Определение стационарности функции.
4. Расчет значений корреляционной функции. Аппроксимация функции.
5. Расчет значений спектральной плотности. Построение графиков.
6. Анализ результатов.

Оцениваемые позиции: все обязательные разделы РГЗ, качество оформления отчета, правильность расчетов, корректность исходных данных, интерпретация выводов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, выбраны некорректные исходные данные, в расчетах присутствуют грубые ошибки, оценка составляет менее 11 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: исходные данные корректные, расчеты выполнены с незначительными ошибками, отсутствует интерпретация результатов, студент представляет лишь общий ход решения задачи, оценка составляет 11 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если данные выбраны корректно, расчеты произведены правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, студент удовлетворительно отвечает на вопросы о применяемых формулах и ходе решения задачи, оценка составляет 12-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа выполнена в соответствии с требованиями, студент дает правильные и полные ответы на все вопросы о процессе решения задачи, в расчетах нет ошибок, анализ результатов проведен и выводы корректны, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Баллы за РГЗ суммируются с баллами, набранными за выполнение контрольной работы, лабораторных работ. Выполнение и защита РГЗ являются необходимым условием допуска студента к экзамену.

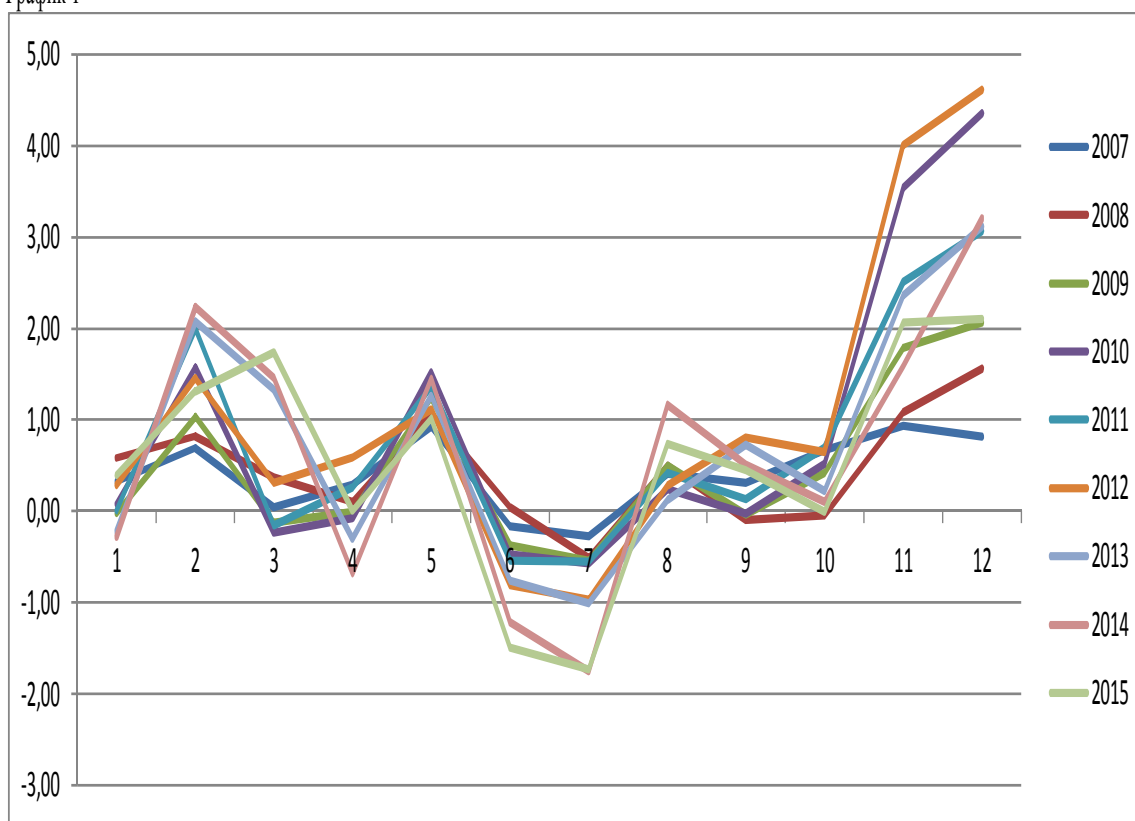
4. Типовое задание на РГЗ

Задание: Случайная функция задана совокупностью 9 реализаций. Найти ее характеристики: математическое ожидание дисперсию, среднее квадратичное отклонение, корреляционную функцию, нормированную корреляционную функцию, спектральную плотность в декартовой форме и спектральную плотность в комплексной форме.

Решение: исследуем среднемесячную номинальную начисленную заработную плату работников по полному кругу организаций в РФ с 2007 по 2015 гг.

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
2007	0,33	0,69	0,05	0,29	0,92	-0,17	-0,28	0,41	0,31	0,67	0,93	0,82
2008	0,58	0,82	0,37	0,11	1,07	0,04	-0,51	0,50	-0,10	-0,05	1,08	1,56
2009	-0,02	1,03	-0,12	0,00	1,24	-0,38	-0,54	0,50	-0,04	0,42	1,79	2,07
2010	0,08	1,57	-0,23	-0,08	1,52	-0,47	-0,57	0,25	-0,03	0,52	3,54	4,36
2011	0,01	1,99	-0,15	0,26	1,36	-0,54	-0,55	0,42	0,13	0,69	2,51	3,06
2012	0,29	1,45	0,31	0,59	1,11	-0,81	-0,97	0,28	0,81	0,65	4,00	4,61
2013	-0,22	2,07	1,33	-0,30	1,26	-0,76	-1,00	0,12	0,72	0,22	2,36	3,11
2014	-0,28	2,23	1,46	-0,68	1,45	-1,21	-1,75	1,17	0,51	0,11	1,59	3,21
2015	0,40	1,32	1,74	0,00	1,02	-1,49	-1,73	0,73	0,45	-0,01	2,06	2,10

График 1



Рассчитаем математическое ожидание:

$$M_x(t) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i(t) \right) * \frac{n}{n-1}$$

Рассчитаем дисперсию:

$$D_x(t) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - m_x^2 \right) * \frac{n}{n-1}$$

Рассчитаем среднее квадратическое отклонение:

$$\delta_x(t) = \sqrt{D_x(t)}$$

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mx[x]	0,13	1,46	0,53	0,02	1,22	-0,64	-0,88	0,49	0,31	0,36	2,21	2,77
Dx[x]	0,08	0,31	0,59	0,13	0,04	0,24	0,29	0,10	0,11	0,09	1,07	1,56
sigma	0,29	0,56	0,77	0,36	0,20	0,49	0,54	0,31	0,34	0,30	1,04	1,25

Рассчитаем матрицу корреляционных моментов (корреляционную функцию):

t\т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,08	-0,13	-0,04	0,07	-0,04	0,05	0,04	-0,01	-0,03	-0,01	-0,04	-0,14
2		0,31	0,17	-0,11	0,08	-0,15	-0,16	0,03	0,08	0,00	0,23	0,44
3			0,59	-0,16	-0,02	-0,29	-0,37	0,12	0,16	-0,17	-0,15	-0,04
4				0,13	-0,04	0,07	0,11	-0,06	0,00	0,06	0,11	-0,01
5					0,04	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,08	0,16
6						0,24	0,25	-0,07	-0,10	0,05	-0,13	-0,21
7							0,29	-0,11	-0,10	0,09	-0,04	-0,16
8								0,10	0,00	-0,05	-0,14	-0,08
9									0,11	0,002	0,11	0,15
10										0,09	0,13	0,10
11											1,07	1,19
12												1,56

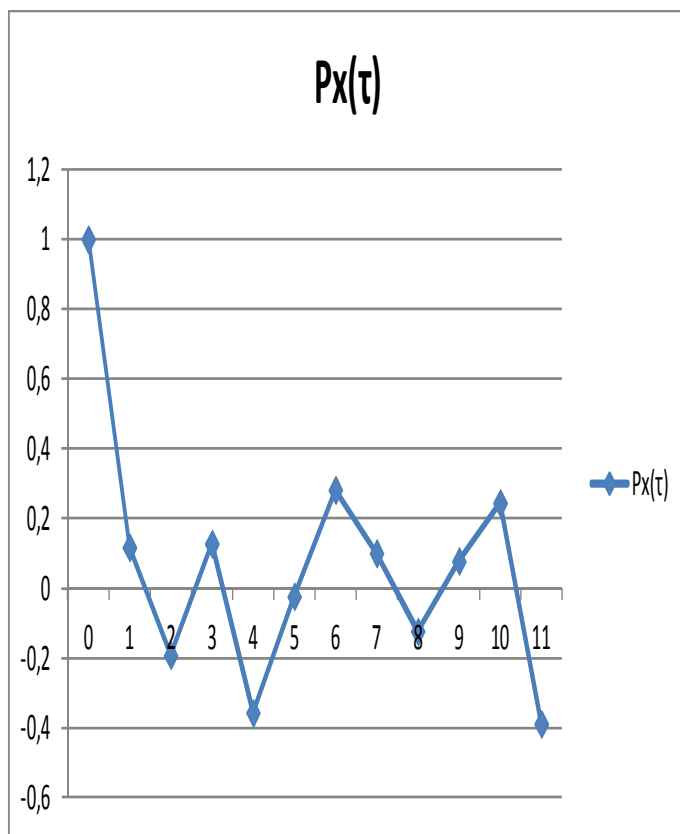
Рассчитаем коэффициенты нормированной корреляционной функции:

t\т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,00	0,52	-0,57	0,66	-0,73	0,32	0,27	-0,15	-0,26	0,115487	-0,147	-0,38811
2		1,00	0,39	-0,54	0,73	-0,57	-0,53	0,18	0,44	0,028221	0,39357	0,635854
3			1,00	-0,57	-0,11	-0,78	-0,89	0,49	0,60	0,725741	-0,1837	0,043345

											-
4		1,00	-0,55	0,38	0,54	-0,54	-0,03	0,583159	0,30048	0,019235	
5			1,00	-0,15	-0,13	0,11	-0,16	0,085375	0,39609	0,64317	
											-
6				1,00	0,93	-0,49	-0,62	0,324187	-0,2651	0,342038	
											-
7					1,00	-0,66	-0,56	0,583486	-0,0722	0,239516	
								-			-
8						1,00	0,00	0,490274	-0,4444	0,208749	
9							1,00	0,01973	0,32555	0,3562	
10								1	0,42758	0,271649	
11									1	0,919497	
12											1

Рассчитаем средние нормированные значения корреляционной функции:

τ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					-				-			-
$P_X(\tau)$	1	0,1173	-0,192	0,1278	0,357	-0,023	0,2819	0,101	0,12307	0,0782	0,244	0,3881



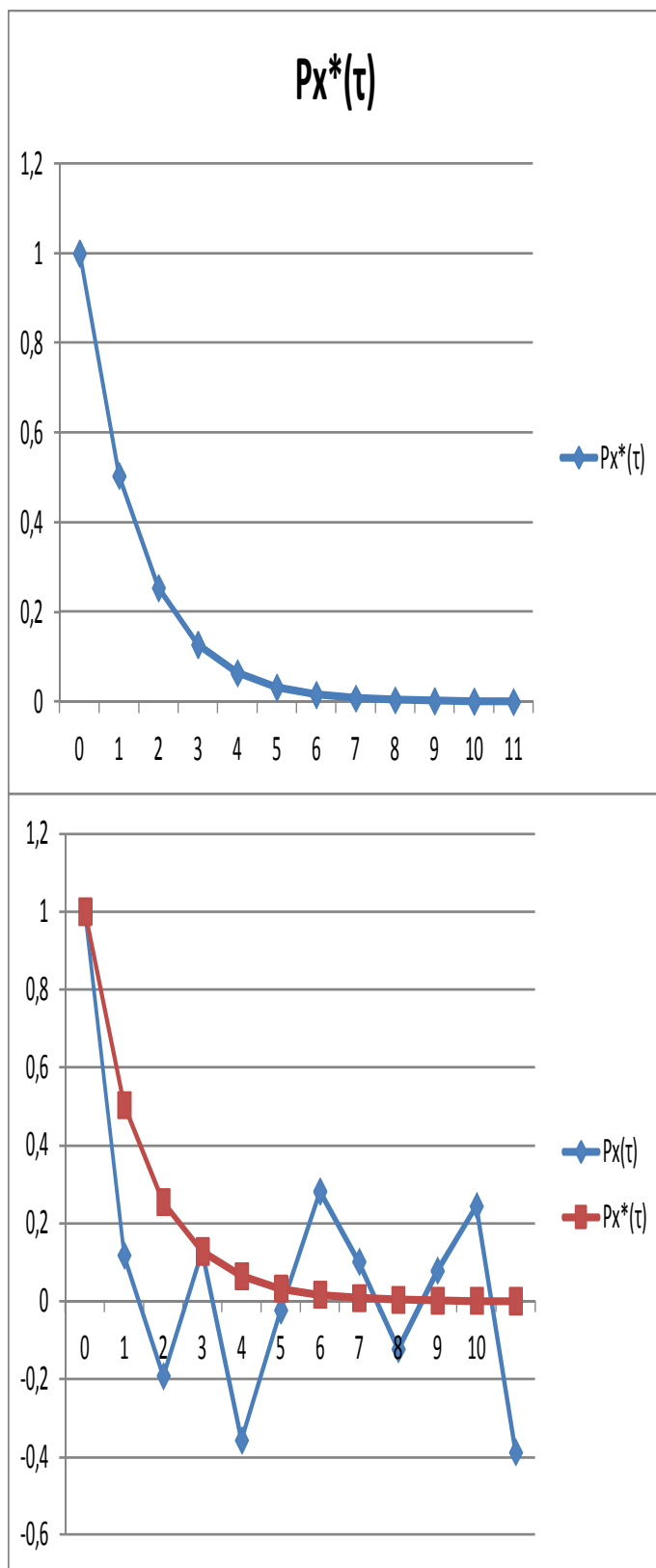
Построим непрерывный вид $p_x(\tau)$, воспользовавшись методом приближения:

Будем искать функцию $p_x(\tau)$ в виде $p_x(t) = a_0 e^{a_1 t}$

$a_0=1$;

$a_1=-0,685$

τ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$P_x^*(\tau)$	1	0,5041	0,2541	0,1281	0,065	0,0325	0,0164	0,0083	0,00417	0,0021	0,001	0,0005



Рассчитаем спектральную плотность $S_X(\omega)$ и спектральную плотность в комплексной форме $S_X^*(\omega)$:

$$S_x(w) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} p_x(t) * \cos(wt) dt$$

$$S_x^*(w) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} p_x(t) * e^{-iwt} dt$$

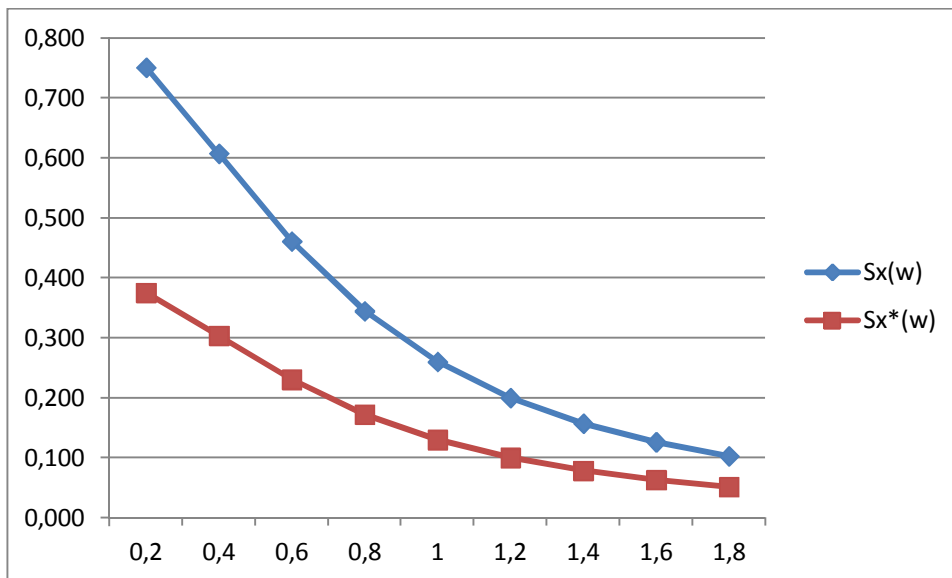
$$S_x(w) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} e^{0.0424t} * \cos(wt) dt = \frac{1,2}{\pi(0.469 + w^2)}$$

$$S_x^*(w) = \frac{2}{2\pi} \int_0^{\infty} e^{0.0424t} * e^{-iwt} dt = \frac{0,0848}{2\pi(0.469 + w^2)}$$

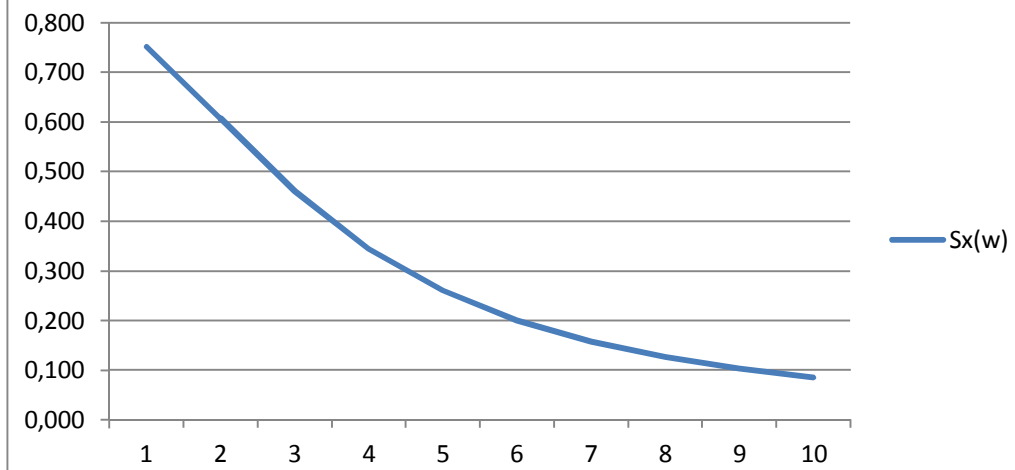
w		0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Sx(w)	Sx(w)	0,751	0,608	0,461	0,345	0,260	0,200	0,157	0,126	0,103	0,086

w	-2	-1,8	-1,6	-1,4	-1,2	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8
Sx*(w)	0,043	0,052	0,063	0,079	0,100	0,130	0,172	0,230	0,304	0,375	0,407	0,375	0,304	0,230	0,172

И по данным Таблицы 7 и Таблицы 8 построим графики функции Sx(w) (График 5) и Sx*(w) (График 6):



$Sx(w)$



5.

$Sx^*(w)$

