

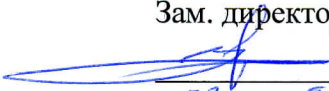
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

Северо-Кавказский филиал

ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

Утверждаю

Зам. директора по УВР

 А.Ф. Жуковский

«28» 08 2019 г.

**Б1.В.06 Анализ случайных процессов**

рабочая программа дисциплины

Кафедра

Общенаучной подготовки

Направление подготовки

11.03.02 ИТСС (профили "МТС", "СССК", "ЗССС", «СРиРД»)

Формы обучения

очная, заочная

**Распределение часов дисциплины по семестрам (ОФ), курсам (ЗФ)**

Вид учебной работы	ОФ		ЗФ	
	ЗЕ	часов	ЗЕ	часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	2	72/5	2	72/3
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		26/5		10/3
Лекции		10/5		4/3
Лабораторных работ				
Практических занятий		16/5		6/3
Семинаров				
Самостоятельная работа		46/5		62/3
Контроль				
Число контрольных работ (по курсам)				
Число КР (по семестрам, курсам)				
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по семестрам, курсам		1/5		1/3
Число экзаменов с разбивкой по семестрам, курсам				

Программу составили:

*Ст. преподаватель кафедры ОНП Докучаев С.А.*

Рецензенты:

*Заведующий кафедрой ИТСС к.т.н., доцент Юхнов В.И.*

Рабочая программа дисциплины

**Анализ случайных процессов**

Разработана в соответствии с ФГОС ВО:

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Направление подготовки 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ,**

утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 930.

Составлена на основании учебных планов

направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профилей "Защищенные системы и сети связи", "Многоканальные телекоммуникационные системы", "Сети связи и системы коммутации", "Системы радиосвязи и радиодоступа", одобренных Учёным советом СКФ МГУСИ, Протокол № 5 от 24.12.2018, и утвержденных директором СКФ МГУСИ 15.01.2019 г.

Одобрена на заседании кафедры

Общенаучной подготовки

Протокол от 26 08 2019 г. № 1

Зав. кафедрой *Б.Б.Конкин* Б.Б.Конкин

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры ОНП

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры ОНП

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование для использования в 20\_\_/20\_\_ уч. году**

Утверждаю

Зам. директора по УВР

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры ОНП

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

## 1. Цели изучения дисциплины

Целями изучения дисциплины «Анализ случайных процессов» являются: освоение общих принципов стохастического динамического описания информационно-коммуникационных процессов и объектов; построение соответствующих математических моделей для их анализа.

## 2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у выпускника способности решать профессиональные задачи в соответствии с *технологическим* видом профессиональной деятельности.

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у выпускника следующие компетенции:

Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)	
<b>ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</b>	
<b>Знать:</b>	
основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	
<b>Уметь:</b>	
выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	
<b>Владеть:</b>	
способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):	
1	Б1.О.04 «Высшая математика»
2	Б1.О.05 «Теория вероятностей и математическая статистика»
3	Б1.О.07 «Информатика»
4	Б1.В.05 «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»
Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:	
1	Б1.О.11 «Общая теория связи»
2	Б1.О.12 «Цифровая обработка сигналов»
3	Б1.В.11 «Теория телетрафика»

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Очная форма обучения, 4 года

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
<b>Курс 3, Семестр 5</b>					
<b>Модуль 1. Случайные процессы – (14+22=36)</b>					
1.1	<u>Лекция 1. Основные понятия и определения. Характеристики случайных процессов</u> Определение случайного процесса (СП); сечение и реализация СП. Определение и свойства основных вероятностных характеристик СП: 1) математическое ожидание,	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) дисперсия,</li> <li>3) среднее квадратическое отклонение,</li> <li>4) корреляционная функция,</li> <li>5) нормированная корреляционная функция.</li> </ul>				
1.2	<p><u>Практическое занятие 1. Вычисление вероятностных характеристик случайных процессов</u></p> <p>Вычисление основных вероятностных характеристик СП:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) математическое ожидание,</li> <li>2) дисперсия,</li> <li>3) среднее квадратическое отклонение,</li> <li>4) корреляционная функция,</li> <li>5) нормированная корреляционная функция.</li> </ul> <p>Вычисление основных взаимных характеристик двух СП:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) взаимная корреляционная функция,</li> <li>2) нормированная корреляционная функция.</li> </ul>	ПЗ	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2 Л3.1 Л2.3
1.3	<p><u>Лекция 2. Характеристики производной от случайного процесса</u></p> <p>Работа дифференциатора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) определение и свойства производной СП,</li> <li>2) математическое ожидание производной СП,</li> <li>3) взаимная корреляционная функция СП и его производной,</li> <li>4) корреляционная функция и дисперсия производной СП</li> </ul>	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.4	<p><u>Практическое занятие 2. Вычисление аналитических характеристик на выходе дифференциатора</u></p> <p>Вычисление аналитических характеристик на выходе дифференциатора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) математическое ожидание производной СП,</li> <li>2) взаимная корреляционная функция СП и его производной,</li> <li>3) корреляционная функция и дисперсия производной СП.</li> </ul> <p>Вычисление аналитических характеристик с помощью табличного процессора MS Office Excel.</p>	ПЗ	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2 Л3.1 Л2.3
1.5	<p><u>Лекция 3. Характеристики интеграла от случайного процесса</u></p> <p>Работа интегратора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) определение и свойства интеграла СП,</li> <li>2) математическое ожидание интеграла СП,</li> <li>3) взаимная корреляционная функция СП и его интеграла,</li> <li>4) корреляционная функция и дисперсия интеграла СП.</li> </ul>	Лек.	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.6	<p><u>Практическое занятие 3. Вычисление аналитических характеристик на выходе интегратора</u></p> <p>Вычисление аналитических характеристик на выходе интегратора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) математическое ожидание интеграла СП,</li> <li>2) взаимная корреляционная функция СП и его</li> </ul>	ПЗ	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2 Л3.1 Л2.3

	интеграла, 3) корреляционная функция и дисперсия интеграла СП. Вычисление аналитических характеристик с помощью табличного процессора MS Office Excel.				
1.7	Классификация случайных процессов. Канонические разложения СП. Интегральные канонические представления СП. Комплексные СП.	СРС	8	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.8	Потоки событий. Их свойства и классификация. Потоки Пальма. Основные свойства потоков Пальма. Потоки Эрланга. Предельные теоремы теории потоков.	СРС	8	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.9	Подготовка к рубежному контролю.	СРС	6	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.10	<u>Практическое занятие 4. Контрольная работа №1</u>	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2
<b>Модуль 2. Теория массового обслуживания – (12+24=36)</b>					
2.1	<u>Лекция 4. Марковские процессы</u> Определение марковского процесса. Марковские процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (цепи Маркова). Простые и сложные цепи. Граф состояний. Предельные вероятности состояний.	Лек.	2	ОПК-2	Л2.2
2.2	<u>Лекция 5. Основные понятия теории массового обслуживания</u> Понятие систем массового обслуживания (СМО) и их классификация. Граф состояний СМО, предельные вероятности состояний СМО, уравнения Колмогорова.	Лек.	2	ОПК-2	Л2.2
2.3	Построение графа состояний СМО. Вычисление предельных вероятностей состояний СМО с помощью уравнений Колмогорова.	СРС	4	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.4	Процессы гибели и размножения. Одноканальные и многоканальные СМО с отказами. Показатели эффективности СМО с отказами. Формулы Эрланга.	СРС	4	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.5	<u>Практическое занятие 5. СМО с отказами</u> Вычисление предельных вероятностей состояний и определение показателей эффективности одноканальных и многоканальных СМО с отказами.	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.6	Показатели эффективности СМО с ожиданием. Одноканальные СМО с неограниченной очередью. Достаточное условие существования предельных вероятностей. Формулы Литтла.	СРС	4	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.7	Граф состояний многоканальных СМО с неограниченной очередью. Достаточное условие существования предельных вероятностей.	СРС	4	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.8	<u>Практическое занятие 6. Одноканальные и многоканальные СМО с неограниченной очередью</u> Вычисление предельных вероятностей состояний и определение показателей эффективности одноканальных и многоканальных СМО с неограниченной очередью.	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1

2.9	Показатели эффективности СМО с ограничением на длину очереди или время ожидания обслуживания.	СРС	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.10	Понятие о статистическом моделировании СМО (метод Монте-Карло).	СРС	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.11	<u>Практическое занятие 7. СМО с ограниченной очередью</u> Вычисление предельных вероятностей состояний и определение показателей эффективности СМО с ограниченной очередью.	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.12	Подготовка к рубежному контролю.	СРС	4	ОПК-2	Л2.2 Л3.1
2.13	<u>Практическое занятие 8. Контрольная работа №2</u>	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2

#### 4.2 Заочная форма обучения (всего 72 часа, 10 аудиторных)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
<b>Курс 2</b>					
<b>Модуль 1. Случайные процессы – (8+28=36)</b>					
1.1	<u>Лекция 1. Основные понятия и определения. Характеристики случайных процессов</u> Определение случайного процесса (СП). Вероятностные и аналитические характеристики СП. Характеристики производной и интеграла от СП.	Лек.	4	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.2	Характеристики суммы двух случайных процессов. Определение и свойства основных взаимных характеристик двух СП: 1) взаимная корреляционная функция, 2) нормированная корреляционная функция.	СРС	8	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.3	<u>Практическое занятие 1. Вычисление вероятностных характеристик случайных процессов</u> Вычисление основных вероятностных характеристик СП. Прохождение СП через дифференциатор. Прохождение СП через интегратор.	ПЗ	4	ОПК-2	Л1.1 Л2.2 Л3.1
1.4	Классификация случайных процессов. Канонические разложения СП. Интегральные канонические представления СП. Комплексные СП.	СРС	10	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
1.5	Потоки событий. Их свойства и классификация. Потоки Пальма. Основные свойства потоков Пальма. Потоки Эрланга. Предельные теоремы теории потоков.	СРС	10	ОПК-2	Л1.1 Л2.2
<b>Модуль 2. Теория массового обслуживания – (2+34=36)</b>					
2.1	Понятие системы массового обслуживания (СМО). Определение марковского процесса. Граф состояний СМО, уравнения Колмогорова, предельные вероятности состояний СМО.	СРС	12	ОПК-2	Л2.2
2.2	<u>Практическое занятие 2. Вычисление предельных вероятностей состояний</u> Элементы теории массового обслуживания: вычисление предельных вероятностей состояний системы с помощью уравнений Колмогорова.	ПЗ	2	ОПК-2	Л2.2 Л3.1

2.3	Процессы гибели и размножения. Одноканальные и многоканальные СМО с отказами. Формулы Эрланга.	СРС	10	ОПК-2	Л2.2
2.4	Одноканальная СМО с неограниченной очередью. Многоканальная СМО с неограниченной очередью. Формулы Литтла. СМО с ограниченной очередью.	СРС	12	ОПК-2	Л2.2

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Рекомендуемая литература				
5.1.1 Основная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л1.1	Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В.	Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов.	М.: Горячая линия - Телеком, 2012.	Э1
5.1.2 Дополнительная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	Шахтарин Б.И., Ковригин В.А.	Методы спектрального оценивания случайных процессов. Учебное пособие.	М.: Горячая линия - Телеком, 2011	Э2
Л2.2	Ефименко В.Н., Прушинская Л.А.	Теория случайных процессов. Учебное пособие.	Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.	Э3
5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л3.1	Докучаев С.А.	Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Анализ случайных процессов» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 ИТСС	Ростов н/Д. СКФ МТУСИ. 2016.	Э4
5.2 Электронные образовательные ресурсы				
Э1	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=504311">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=504311</a>			
Э2	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=308938">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=308938</a>			
Э3	<a href="http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659">http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659</a>			
Э4	<a href="http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659">http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659</a>			
5.3 Программное обеспечение				
П.1	MS Excel			
П.2	LibreOffice Calc			

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1 МТО лекционных занятий	
1	Лекционная аудитория, оборудованная интерактивной доской, проектором (ауд. 402, 308, 220)



6.2 МТО практических занятий	
1	Компьютерная аудитория с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет (ауд. 402, 308, 220)
6.3 МТО рубежных контролей, зачетов, экзаменов	
1.	Компьютерная аудитория с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет (ауд. 402, 305, 220)

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 7.1 Указания по подготовке к различным видам занятий

Достижение целей эффективной подготовки студентов в вузах невозможно без их целеустремленной самостоятельной работы. При этом, безусловно, нельзя обойтись без живого общения и консультирования со стороны профессорско-преподавательского состава. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа организуется преподавателями, обеспечивается и контролируется кафедрой. Она предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов и других творческих заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Основная цель данного вида занятий состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом.

Материал, подлежащий обработке на самостоятельных занятиях, намечается при разработке программы самостоятельной работы. Опыт, накопленный кафедрами в организации самостоятельных занятий, показал, что материал, выделяемый на такие занятия, должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть изложенным в учебнике достаточно полно и с примерами;
- обеспечиваться достаточным количеством литературы, учебных пособий, учебно-методических материалов, образцов техники
- содержать материал, углубляющий знания, полученные на лекции;
- осваивать проблемные еще не полностью решенные вопросы.

Проведению самостоятельной работы (как и любого другого вида занятий) должна предшествовать подготовка, как преподавателя, так и обучающихся.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально, но методика достижения конечной цели может определяться преподавателем и включать: последовательность изучения и усвоения учебно-методического материала, пособий, руководств, наставлений, техни-

ки и т.д.; определение главного в изучаемом материале, материале, который необходимо законспектировать; просмотр учебных кинофильмов и их обсуждение; работу студентов по индивидуальным заданиям; опрос обучаемых в течении 7-10 минут с целью проверки усвоения главного из прочитанного материала.

При возникновении затруднений у обучаемых в разрешении вопросов задания преподавателю необходимо предусмотреть, чтобы каждый обучаемый мог получить оперативную консультацию по любому вопросу, если же при самостоятельной работе возникают затруднения по одному и тому же материалу (вопросу) у многих обучаемых, то желательно провести групповую консультацию.

Для контроля усвоения учебного материала целесообразно проводить в групповое собеседование или обсуждение изучаемого материала, проведение контрольных работ и т.п. Контрольные мероприятия при должной их организации позволяют не только оценивать знания материала, но и углубить и закрепить его у обучаемых.

Темы для самостоятельного изучения, информационные источники указаны в Разделе 4 настоящей Рабочей программы.

## **7.2 Рекомендуемые источники для углубленного изучения учебного материала**

1. Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 390 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей. 3-е изд. – М.: ВШ, 2000. – 366 с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. 11-е изд. – М.: ВШ, 2009. – 404 с.
4. Миллер, Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Текст] / Б. М. Миллер, А. Р. Панков; под ред. А. И. Кибзуна. - М.: Наука: Физмат- лит. - 2007. - 317с.
5. Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — 5-е изд., стер. — М. : КНОРУС, 2013. — 448 с.

## **7.3 Рекомендации по подготовке к рубежным аттестациям**

Для подготовки к рубежной аттестации, а также к зачету целесообразно использовать материалы сайта <http://i-exam.ru/> в режимах: «Тестирование обучение» и «Тестирование-самоконтроль», а также рекомендованную литературу и методические указания по практическим занятиям.

## **Дополнения и изменения**