

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Теория случайных процессов»**

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Информатика и вычислительная техника

**Форма обучения – очная**

Владикавказ, 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника Профиль Информатика и вычислительная техника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 г. №5, учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, Профиль Информатика и вычислительная техника, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 г., протокол № 11.

Составитель: Секинаева Б.Ш.

Рабочая программа  
обсуждена и утверждена на заседании кафедры алгебры и геометрии  
(протокол № 8 от «28» марта 2017 г.

одобрена советом факультета математики и информационных технологий  
(протокол № 5 от «31» марта 2017 г.)

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

	Очная форма обучения
Курс	2
Семестр	4
Лекции	34
Практические (семинарские) занятия	34
Лабораторные занятия	–
Консультации	–
Итого аудиторных занятий	68
Самостоятельная работа	40
Курсовая работа	-
Форма контроля	
Экзамен	36
Зачет	
Общее количество часов	144

## 2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теория случайных процессов" является формирование у студентов профессиональных компетенций для выбора научно-обоснованных решений при построении стохастических моделей функционирования реальных систем.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в результате освоения дисциплин: Математический анализ, Алгебра и геометрия.

Приступая к изучению дисциплины «Теория случайных процессов», студент должен иметь представление о теории пределов, дифференциальном и интегральном исчислении, теории матриц, решении систем линейных уравнений.

## 4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (ОПК-2);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способностью разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов "человек - электронно-вычислительная машина" (ПК-1).

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	Формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:

ОПК-2	способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные понятия теории случайных процессов и теории массового обслуживания процессов, особенности этих моделей, методы их анализа;</li> <li>– основные принципы, методы и результаты современной теории вероятностей и математической статистики применительно к исследованию случайных процессов и систем массового обслуживания;</li> <li>– свойства случайных процессов, описывающих системы массового обслуживания;</li> <li>– классификацию случайных процессов и систем массового обслуживания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов, исследовать качество функционирования систем массового обслуживания;</li> <li>– использовать методы асимптотического анализа;</li> <li>– строить физические и математические модели реально функционирующих систем и описывать их эволюцию в терминах случайных процессов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования методов анализа случайных процессов;</li> <li>– навыками математической формализации прикладных задач;</li> <li>– навыками анализа и интерпретации решений соответствующих моделей.</li> </ul>
ОПК-5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные понятия теории случайных процессов и теории массового обслуживания процессов, особенности этих моделей, методы их анализа;</li> <li>– основные принципы, методы и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов, исследовать качество функционирования систем массового обслуживания;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования методов анализа случайных процессов;</li> <li>– навыками математической формализации прикладных задач;</li> <li>– навыками анализа и интерпретации решений</li> </ul>

	учетом основных требований.	результаты современной теории вероятностей и математической статистики применительно к исследованию случайных процессов и систем массового обслуживания; – свойства случайных процессов, описывающих системы массового обслуживания; – классификацию случайных процессов и систем массового обслуживания.	– использовать методы асимптотического анализа; – строить физические и математические модели реально функционирующих систем и описывать их эволюцию в терминах случайных процессов.	соответствующих моделей.
ПК-1	способность разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов "человек - электронно-вычислительная машина"	– Основные понятия теории случайных процессов и теории массового обслуживания процессов, особенности этих моделей, методы их анализа; – основные принципы, методы и результаты современной теории вероятностей и математической статистики применительно к исследованию случайных процессов и систем массового обслуживания; – свойства случайных	- вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов, исследовать качество функционирования систем массового обслуживания; – использовать методы асимптотического анализа; – строить физические и математические модели реально функционирующих систем и описывать их эволюцию в терминах случайных	- навыками использования методов анализа случайных процессов; – навыками математической формализации прикладных задач; – навыками анализа и интерпретации решений соответствующих моделей.

		процессов, описывающих системы массового обслуживания; –классификацию случайных процессов и систем массового обслуживания.	процессов.	
--	--	--	------------	--

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Баллы		Литература
		л	пр	Содержание	Часы		min	max	
1.	Введение. Предмет и задачи теории случайных процессов.	2	2			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]
2.	Цепи Маркова. Свойства состояний и цепей. Классификация состояний и цепей.	4	4	Анализ замкнутых классов сообщающихся состояний: разбиение множества существенных состояний на непересекающиеся замкнутые классы сообщающихся состояний Доказательство утверждений: все возвратные состояния существенные; если состояние невозвратное, то оно нулевое; состояния одного замкнутого класса сообщающихся	10	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]

			состояний либо все возвратны е, либо все невозврат ные; все состояния одного замкнутог о класса сообщающ ихся состояний имеют один период; состояния одного замкнутог о класса сообщающ ихся состояний либо все положител ьные, либо все нулевые (альтернат ива солидарно сти) Определен ие неприводи мой цепи. Определен ие стационар ного распредел ения. Формулир овка теоремы о существов ании единствен ного стационар ного распредел					
--	--	--	---	--	--	--	--	--



				ения.					
3.	Ветвящийся процесс с дискретным и непрерывным временем и дискретным множеством состояний.	4	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]
4.	Процессы восстановления (простые и с запаздыванием).	4	4	Процесс Пуассона как процесс восстановления. Исследование свойств, функция восстановления, распределение числа восстановлений. Распределение времени перескока (для конечного момента и предельный случай). Распределение времени недоскока (для конечного момента и предельный случай). Распределение времени недоскока и перескока процесса Пуассона	10	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]

				(для конечного момента и предельный случай).					
5.	Марковские процессы с непрерывным временем и дискретным множеством состояний.	4	4	Построение ядра Марковского процесса. Процессы гибели и размножения. Уравнения Колмогорова, Исследование вероятностей состояний. Процесс Пуассона как Марковский процесс чистого размножения.	10	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]
6.	Модели массового обслуживания, общие характеристики задач. Элементы систем. Символика Кендалла	4	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]
7.	Исследование входного потока.	4	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	11	[1-8]
8.	Марковские системы массового обслуживания	4	4	Определение вероятности и потери требований	10	Устный опрос, сообщения по вопросам темы,	0	11	[1-8]

				я, распределения длины очереди, распределения времени ожидания начала обслуживания		конспект.			
9.	Полумарковские системы массового обслуживания	4	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	12	[1-8]
	<b>ИТОГО</b>	34	34		40		<b>0</b>	<b>100</b>	

**Примечания:**

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

## **6. Образовательные технологии**

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия** с использованием современных интерактивных технологий.

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

**Творческое задание** составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

**Публичная презентация проекта** - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

**Интерактивная лекция** представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

**Разработка проекта** позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

**Проблемное обучение** - поиск ответов на вопросы по теме.

№/ п	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	Марковские процессы с непрерывным временем и дискретным множеством состояний.	Лекция	4		Интерактивная лекция
2	Модели массового обслуживания, общие характеристики задач. Элементы систем. Символика Кендалла	Лекция	4		Интерактивная лекция
3	Исследование входного потока.	Лекция	4		Интерактивная лекция
4	Марковские системы массового обслуживания	Лекция	4		Интерактивная лекция
5	Полумарковские системы массового обслуживания	Лекция	4		Интерактивная лекция

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относятся: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

*Текущий контроль* – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

*Рубежный контроль* осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

**Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

1. Двое играют в “орлянку” до полного банкротства одного из них. Чему равна средняя продолжительность игры, если начальные капиталы игроков равны, соответственно, одной и ста ставкам?

2 Двое играют в “орлянку” до полного банкротства одного из них. Найти вероятность завершения игры до пятого бросания монеты включительно, если начальные капиталы игроков равны, соответственно, одной и трём ставкам?

3. Двое играют в “орлянку” до полного банкротства одного из них. Найти вероятность выигрыша каждого из игроков, если начальные капиталы игроков равны, соответственно, одной и девяти ставкам?

4 Цепь Маркова с дискретным временем имеет два состояния. Вероятности переходов равны  $1/2$  и  $1/3$ . Найти предельные вероятности стационарного состояния.

### **Примеры тестовых заданий по дисциплине:**

1. Какие из приведенных функций  $R(t)$  могут быть корреляционными функциями некоторого стационарного в широком смысле случайного процесса

☒  $R(t) = 1 - |t|$ , если  $|t| < 1$ ;  $R(t) = 0$ , если  $|t| \geq 1$

☐  $R(t) = |t|$ , если  $|t| < 1$ ;  $R(t) = 0$ , если  $|t| \geq 1$

☐  $R(t) = 0,8|t|$

☐  $R(t) = \sin 2t/t^2$

2. Укажите свойства матрицы переходных вероятностей (МПВ).

☐ МПВ исчерпывающе характеризует однородную цепь Маркова с дискретным

- временем
- ☐ Сумма элементов в каждом столбце МПВ равна единице
  - ☐ Сумма элементов в каждой строке МПВ равна единице
  - ☐ Все элементы МПВ являются неотрицательными числами
  - ☐ Любая степень МПВ обладает всеми свойствами исходной МПВ
3. Если  $X$  - случайная величина с нулевым математическим ожиданием, то случайный процесс  $Y(t) = X \sin(\omega t)$ , где  $\omega \neq 0$  - детерминированная величина, является
    - ☐ эргодическим по математическому ожиданию
    - ☐ эргодическим по дисперсии
  4. Для исчерпывающего описания произвольного случайного процесса достаточно задать
    - ☐ одномерную функцию распределения случайного процесса
    - ☐ двумерную функцию распределения случайного процесса
    - ☐ его математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию
    - ☐ его спектральную плотность мощности
  5. Однородный дискретный марковский процесс с непрерывным временем исчерпывающе характеризуется
    - ☐ матрицей переходных интенсивностей
    - ☐ матрицей переходных вероятностей
    - ☐ корреляционной функцией
    - ☐ одномерной функцией распределения
    - ☐ спектральной плотностью мощности
  6. Вероятность поглощения в задаче полубесконечного случайного блуждания на прямой с поглощающим экраном
    - ☐ всегда равна единице
    - ☐ никогда не равна единице
    - ☐ всегда равна нулю
    - ☐ никогда не равна нулю
  7. В систему с двумя линиями обслуживания поступают заявки с интенсивностью  $1/T$ . Среднее время выполнения одной заявки равно  $T$ . Сравнить предельные вероятности:  $P$  (все линии свободны) и  $Q$  (все линии заняты).
    - ☐  $P > Q$
    - ☐  $P = Q$
    - ☐  $P < Q$

### Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71-85%	60-70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6-7 баллов	4-5 баллов	0-3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71-85% занятий	Студент посетил 56-70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9-10 баллов	7-8 баллов	6-7 баллов	0-5 баллов

	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3/2 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3б.) / опорный конспект (max 2б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
<b>2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)</b>					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
<b>3. Итоговый контроль по дисциплине</b>					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих»	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы



			вопросов преподавателя.		дисциплины.
--	--	--	----------------------------	--	-------------

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

### **Вопросы для подготовки к зачету:**

1. Связь определения случайной величины и случайного процесса.
2. Определение системы согласованных конечномерных распределений.
3. Формулировка теоремы Колмогорова.
4. Определение цепи Маркова.
5. Матрица переходных вероятностей однородной цепи Маркова. Ее свойства. Матрица переходных вероятностей за несколько шагов.
6. Матрица переходных вероятностей неоднородной цепи Маркова. Ее свойства. Матрица переходных вероятностей за несколько шагов.
7. Построение системы согласованных конечномерных распределений для цепи Маркова при заданном распределении начальных состояний и при заданной матрице переходных вероятностей.
8. Определение возвратности состояния, критерий возвратности (доказательство).
9. Существенные и несущественные состояния (определение).
10. Определение достижимости.
11. Определение сообщающихся состояний.
12. Существование замкнутых классов сообщающихся состояний: разбиение множества существенных состояний на непересекающиеся замкнутые классы сообщающихся состояний.
13. Определение периода состояния.
14. Определение какие состояния называются нулевыми и положительными.
15. Доказательство утверждения: все возвратные состояния существенные.
16. Доказательство утверждения: если состояние невозвратное, то оно нулевое.
17. Доказательство утверждения: состояния одного замкнутого класса сообщающихся состояний либо все возвратные, либо все невозвратные.
18. Доказательство утверждения: все состояния одного замкнутого класса сообщающихся состояний имеют один период.
19. Доказательство утверждения: состояния одного замкнутого класса сообщающихся состояний либо все положительные, либо все нулевые.
20. Определение неприводимой цепи.
21. Определение стационарного распределения.
22. Формулировка теоремы о существовании единственного стационарного распределения.
23. Определение простого процесса восстановления. Функция восстановления.
24. Определение процесса восстановления с запаздыванием. Функция восстановления.
25. Вывод интегрального уравнения восстановления для простого процесса восстановления.
26. Вывод интегрального уравнения восстановления для процесса восстановления с запаздыванием.
27. Решение интегрального уравнения восстановления в терминах преобразований Лапласа-Стилтьеса.
28. Формулировка элементарной теоремы восстановления.
29. Формулировка узловой теоремы восстановления.

30 Стационарные процессы восстановления (определение и построение распределения первого интервала).

31 Альтернирующие процессы восстановления. Определение вероятности того, что бесконечно далекий момент времени накрывается интервалом первого типа.

32 Определение однородного Марковского процесса с непрерывным временем и дискретным множеством состояний. Характеристики этого процесса (распределение начальных состояний, матрица переходных вероятностей, свойства).

33 Уравнения Колмогорова-Чепмена.

34 Формулировка теоремы о предельном поведении переходных вероятностей однородного Марковского процесса. Интенсивности перехода и выхода.

35 Уравнения Колмогорова для переходных вероятностей.

36 Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.

37 Схема гибели и размножения.

38 Определение полумарковского процесса.

39 Процесс Пуассона.

40 Вероятностный смысл функции восстановления

41 Исследование времени перескока

42 Исследование времени недоскока

43 Исследование времени перескока для процесса восстановления с экспоненциальным распределением интервалов

44 Исследование времени недоскока для процесса восстановления с экспоненциальным распределением интервалов

45 Построение ядра для марковского процесса

46 Процесс марковского восстановления. Определение полумарковского ядра и его свойства

47 Исследование процессов восстановления, вложенных в полумарковский процесс.

48 Что такое система массового обслуживания (СМО)? Приведите примеры таких систем.

49 Перечислите основные характеристики СМО и объясните их смысл.

50 Чем занимается теория массового обслуживания? Что такое марковский случайный процесс? Какие процессы рассматриваются в теории массового обслуживания?

51 Что такое поток событий? Каковы его характеристики? Что такое простейший поток событий?

52 Охарактеризуйте системы массового обслуживания с отказами, приведите примеры таких систем.

53 Охарактеризуйте системы массового обслуживания с ожиданием (очередью ограниченной, неограниченной), приведите примеры таких систем.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 60 баллов)	«Минимальный уровень» (60-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<u>Компетенции не сформированы.</u>  Знания отсутствуют, умения и навыки не	<u>Компетенции сформированы.</u>  Сформированы базовые структуры	<u>Компетенции сформированы.</u>  Знания обширные, системные.	<u>Компетенции сформированы.</u>  Знания твердые, аргументированные,

сформированы.	знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
<b>Описание критериев оценивания</b>			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.

		вопросов, присутствует неуверенность ответах. в	
<b>Оценка «неудовлетворитель- но» / не зачтено</b>	<b>Оценка «удовлетворительно » / «зачтено»</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено»</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено»</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. А.Н.Ширяев. Вероятность 1,2. Москва, МЦНМО, 2004.
2. В.С.Королук и др. «Справочник по теории вероятностей математической статистике». Москва, Наука, 1985.
3. С.Карлин. Основы теории случайных процессов. Мир, Москва, 1971.
4. Каштанов В.А. Элементы теории случайных процессов. Москва, МИЭМ, 2010 год
5. Д.Кокс и В.Смит. «Теория восстановления», Советское радио, Москва, 1967
6. Б.В.Гнеденко, И.Н.Коваленко. «Введение в теорию массового обслуживания», URSS, Москва, 2005 год.

### б) дополнительная литература:

7. Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. М., Высшая школа, 1982.
8. А.Я.Хинчин. «Работы по математической теории массового обслуживания». Физ.-матгиз, Москва, 1963 год.

**в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:**

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.
- База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>
- Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>.
- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

*Лицензионное программное обеспечение:*

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

*Перечень ПО в свободном доступе:*

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;

5. OperaBrowser;

## **11. Лист обновления/актуализации**

1. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии  
протокол № 8 от 22.03.2018г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 30.03.2018 г.
  
2. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии  
протокол № 7 от 14.03.2019г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.
  
3. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии  
протокол № 7 от 24.03.2020г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.