

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Теория случайных процессов
по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах
	Физтех-школа Аэрокосмических Технологий
	кафедра высшей математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: А.В. Булинский, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики 21.05.2020

Аннотация

Теория стохастических, иначе говоря, случайных процессов является важнейшим разделом современной теории вероятностей. Речь идет о построении и изучении моделей, описывающих динамику развития случайных явлений в пространстве и времени. Тем самым даются ответы на запросы многих естественно-научных, экономических и социальных наук.

Случайный процесс вводится как семейство случайных величин, заданных на каком-то вероятностном пространстве и параметризованных элементами некоторого множества. Если параметрическое множество содержится в действительной прямой, то его точки интерпретируются как моменты времени. Соответственно возникают стохастические модели с дискретным и непрерывным временем. В каждый момент случайные величины принимают действительные значения, но рассматриваются и более общие модели, например, семейства случайных векторов. Случайный процесс можно трактовать и как одно измеримое отображение пространства элементарных исходов в пространство функций, заданных на используемом параметрическом множестве. Другими словами, каждому элементарному исходу соответствует траектория, описывающая эволюцию изучаемой системы во времени.

В начале курса даются примеры интересных для приложения моделей, которые можно построить, отправляясь от последовательностей независимых случайных величин с заданными распределениями.

Наряду с фундаментальной теоремой Колмогорова о согласованных распределениях используются различные явные конструкции таких важных для теории и приложений процессов, как пуассоновский (модель счётчика Гейгера или же простейшая модель наступления страховых случаев) и винеровский (модель одномерного броуновского движения). Упомянутые процессы с интересными свойствами траекторий входят в класс процессов, имеющих *независимые приращения*. При этом винеровский процесс принадлежит также важному классу *гауссовских* процессов. Для развиваемой теории существенную роль играет понятие условного математического ожидания. С его помощью определяются *мартингалы* и *марковские* процессы. Детально рассматриваются марковские процессы с дискретным пространством состояний, называемые цепями Маркова.

Изучаются также процессы, *стационарные* в узком или широком смысле. Анализ последних

основан на свойствах их ковариационных функций и на спектральном представлении в виде интеграла по ортогональной случайной мере.

Заключительная часть посвящена основам *стохастического анализа*, опирающегося на интеграл Ито. Материал курса демонстрирует

разнообразные способы описания и изучения случайных процессов, применяемых в различных моделях.

Для его глубокого понимания необходимо основательное изучение предшествующего курса теории вероятностей.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

изучение основных методов статистического анализа случайных сигналов и процессов в инфокоммуникационных системах.

Задачи дисциплины

- получение основ знаний о статистических характеристиках и основных свойствах практически значимых типов случайных процессов;
- овладение приемами выбора подходящей модели случайного процесса, соответствующей решаемой задаче;
- приобретение знаний в области преобразований случайных процессов в линейных и нелинейных системах;
- освоение методов решения задач оптимальной обработки сигналов при наличии случайных помех.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
--------------------------------	-----------------------------------

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и методы теории случайных процессов;
- методы практического определения характеристик случайных процессов;
- свойства основных типов случайных процессов.

уметь:

- пользоваться математическим аппаратом ортогональных и спектральных представлений случайных процессов;
- находить статистические характеристики случайных процессов на выходе линейных и нелинейных систем;
- применять методы теории случайных процессов для решения задач обработки сигналов.

владеть:

- методами оптимальной обработки сигналов при наличии случайных помех;
- навыками расчета эволюции во времени статистических характеристик динамических систем.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основы теории случайных процессов.	1	1		2
2	Основные классы случайных процессов. Элементы стохастического анализа случайных функций.	1	1		2
3	Стационарные случайные процессы. Эргодичность случайных процессов.	2	2		3
4	Практическое определение статистических характеристик стационарного эргодического случайного процесса.	1	2		3
5	Спектральное представление стационарных в широком смысле случайных процессов.	2	2		4
6	Белый шум. Аппроксимация реального случайного процесса белым шумом.	2	2		4

7	Гауссовские (нормальные) случайные процессы и их статистические свойства.	2	2		3
8	Преобразование случайных процессов в линейных системах.	2	1		3
9	Преобразования стационарного случайного процесса в линейных динамических системах с постоянными параметрами.	2	2		3
10	Оптимальные линейные системы.	1	2		3
11	Узкополосные случайные процессы.	3	2		
12	Преобразование случайных процессов в безынерционных нелинейных системах.	2	2		
13	Марковские случайные процессы.	2	3		
14	Решение уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова.	3	2		
15	Приложения теории марковских случайных процессов.	2	2		
16	Применение теории случайных процессов к задачам обнаружения, различения и оценки параметров сигналов в присутствии шумов.	2	2		
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Основы теории случайных процессов.

Введение. Понятие случайного процесса (СП). Основные определения. Реализации СП. Примеры некоторых типов СП. Одномерные и многомерные распределения вероятностей, плотности распределений вероятностей СП, их свойства, условие согласованности. Одномерные и многомерные характеристические функции СП, их свойства, условие согласованности. Моментные функции СП. Начальные и центральные моментные функции. Связь моментных и характеристических функций СП.

2. Основные классы случайных процессов. Элементы стохастического анализа случайных функций.

Некоторые основные типы случайных процессов. Элементы стохастического анализа случайных функций Дифференциальные уравнения со случайной правой частью. Стохастические интегралы. Разложение СП по ортогональным функциям (Карунена-Лоэва). Представления СП в виде стохастических интегралов.

3. Стационарные случайные процессы. Эргодичность случайных процессов.

Пуассоновские импульсные СП. Дробовой шум. Определения стационарности в узком и широком смысле. Эргодичность СП. Необходимые и достаточные условия эргодичности стационарного СП при определении математического ожидания, дисперсии, функции корреляции. Определение плотности вероятности по одной реализации эргодического СП. Необходимое и достаточное условие эргодичности гауссовского стационарного СП.

4. Практическое определение статистических характеристик стационарного эргодического случайного процесса.

Практическое определение математического ожидания и ковариационной функции стационарного эргодического СП. Требуемая длительность обрабатываемой реализации для заданной точности оценок. Время корреляции. Свойства ковариационной функции стационарного СП. Примеры ковариационных функций стационарных СП.

5. Спектральное представление стационарных в широком смысле случайных процессов.

Теорема о спектральном представлении стационарных в широком смысле СП. Спектральная интенсивность и спектральная плотность СП. Связь спектральной плотности с ковариационной функцией (теорема Винера-Хинчина). Основные свойства спектральной плотности. Соотношение неопределенности для эффективной ширины спектра СП и времени корреляции. Примеры спектральных плотностей стационарных СП.

6. Белый шум. Аппроксимация реального случайного процесса белым шумом.

Асимптотический смысл дельта-коррелированных СП. Белый шум. Аппроксимация реального случайного процесса белым шумом (функция корреляции и спектральная плотность). Взаимные спектральные плотности и их свойства. Примеры спектральных представлений стационарных СП. Практическое определение спектральной плотности стационарного СП. Спектральный анализ нестационарных СП.

7. Гауссовские (нормальные) случайные процессы и их статистические свойства.

Определение гауссовского СП. Многомерные плотности вероятности и соответствующие характеристические функции. Основные свойства гауссовских СП. Некоррелированность и независимость. Стационарность в строгом и широком смысле. Многомерные смешанные моменты и их вычисление. Линейные преобразования гауссовских СП. О законе распределения на выходе линейных систем. Производная гауссовского СП. Оценка значения гауссовского случайного процесса по значениям процесса в другие моменты времени.

8. Преобразование случайных процессов в линейных системах.

Временной и спектральный подходы при описании преобразований СП в линейной системе. Математическое ожидание, ковариационная функция и дисперсия процесса на выходе системы в переходном и установившемся режимах. Спектральная плотность выходного процесса в установившемся режиме.

9. Преобразования стационарного случайного процесса в линейных динамических системах с постоянными параметрами.

Примеры преобразования стационарных СП в линейных динамических системах с постоянными параметрами: винеровский процесс, преобразование белого шума линейной динамической системой первого порядка. Броуновское движение и тепловой шум в электрических цепях. Воздействие шума на следящую систему. Фильтрация квазистационарных процессов линейными системами с постоянными параметрами.

10. Оптимальные линейные системы.

Задачи теории оптимальных линейных систем. Сглаживание и прогнозирование стационарных воздействий с использованием бесконечной предыстории. Сглаживающий фильтр с бесконечной задержкой. Выражения для функции передачи и среднеквадратической ошибки оптимального фильтра. Примеры. Максимизация отношения сигнал/шум; согласованный фильтр.

11. Узкополосные случайные процессы.

Определение узкополосного СП. Ковариационная функция узкополосного высокочастотного процесса. Эквивалентность узкополосного СП двум медленно меняющимся процессам. Узкополосные случайные процессы, определяемые дифференциальными уравнениями. Огибающая и фаза узкополосного случайного процесса. Совместная двумерная плотность вероятности огибающей и фазы гауссовского узкополосного СП. Релеевские флуктуации. Огибающая суммы гармонического сигнала и шума. Обобщенный закон распределения Релея.

12. Преобразование случайных процессов в безынерционных нелинейных системах.

Законы распределения процесса на выходе безынерционных нелинейных систем. Плотность вероятности при квадратичном преобразовании. Определение ковариационных функций на выходе нелинейных систем. Случай узкополосного входного сигнала. Квадратичное детектирование шума и аддитивной смеси полезного сигнала и шума. Вычисление моментных функций при экспоненциальном преобразовании. Измерение шумовых сигналов. Чувствительность радиометров.

13. Марковские случайные процессы.

Основные определения марковских случайных процессов. Плотность вероятности перехода и ее свойства. Многомерная плотность вероятности. Однородные и стационарные процессы. Уравнение Смолуховского. Дифференциальные уравнения Колмогорова и уравнение Фоккера-Планка. Начальные и граничные условия. Запись уравнения Фоккера-Планка через поток вероятности. Вычисление коэффициентов сноса и диффузии для процессов, заданных стохастическими дифференциальными уравнениями. Примеры марковских СП: винеровский случайный процесс, воздействие белого шума на линейную динамическую систему первого порядка.

14. Решение уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова.

Стационарное решение уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова. Методы решения нестационарных уравнений Фоккера-Планка-Колмогорова. Гауссовские марковские процессы. Многомерные непрерывные (диффузионные) марковские процессы. Многомерные марковские процессы, определяемые системами стохастических уравнений первого порядка. Приведение немарковского процесса к марковскому с большей размерностью.

15. Приложения теории марковских случайных процессов.

Задача о времени первого достижения границ марковским случайным процессом. Определение математического ожидания времени первого достижения границы марковским случайным процессом с использованием обратного уравнения Колмогорова. Статистическое описание явления «переброса» процесса из одного устойчивого состояния в другое.

16. Применение теории случайных процессов к задачам обнаружения, различения и оценки параметров сигналов в присутствии шумов.

Некоторые основные понятия статистической теории решений. Отношение и функция правдоподобия, метод максимума правдоподобия. Наблюдаемые координаты СП. Использование ортогональных представлений. Обнаружение сигналов на фоне белого гауссова шума. Бинарное обнаружение. Корреляционный приемник. Многоальтернативная задача различения сигналов на фоне белого гауссова шума. Оценка параметров сигналов в присутствии белого гауссова шума. Линейные и нелинейные оценки. Обнаружение и оценка параметров сигналов в присутствии небелого гауссова шума. Использование разложения Карунена-Лоэва. Интегральное уравнение для опорного сигнала.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое оборудование для лекций: аудиторная доска, мультимедиа-проектор, компьютер. Обеспечение самостоятельной работы (доступ в Интернет и т. д.).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Булинский, А. В. Теория случайных процессов [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. В. Булинский, А. Н. Ширяев ; [Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова] .— М. : Физматлит, 2005 .— 402 с. : ил. — (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 385-393. - Алф. указ.: с. 394-402. - ISBN 5-9221-0335-0 (в пер.) .— Полный текст (Доступ из сети МФТИ / Удаленный доступ).
2. Натан, А. А. Основы теории случайных процессов [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Натан, О. Г. Горбачев, С. А. Гуз .— М. : МЗ-Пресс, 2003, 2004 .— 168с.: ил. — (Естественные науки. Математика. Информатика). - Библиогр.: с. 165. - 1000 экз. - ISBN 5-94073-055-8) .

Дополнительная литература

1. Тутубалин, В. Н. Теория вероятностей [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Тутубалин .— М. : Академия, 2008 .— 368 с. — (Университетский учебник. Серия "Прикладная математика и информатика"). - Библиогр.: с. 353. - Предм. указ.: с. 354-356. - 3000 экз. - ISBN 978-5-7695-4200-8 (в пер.) .

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

доска, маркеры, компьютер и мультимедийное оборудование (проектор).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра высшей математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	А.В. Булинский, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Теория случайных процессов» обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и методы теории случайных процессов;
- методы практического определения характеристик случайных процессов;
- свойства основных типов случайных процессов.

уметь:

- пользоваться математическим аппаратом ортогональных и спектральных представлений случайных процессов;
- находить статистические характеристики случайных процессов на выходе линейных и нелинейных систем;
- применять методы теории случайных процессов для решения задач обработки сигналов.

владеть:

- методами оптимальной обработки сигналов при наличии случайных помех;
- навыками расчета эволюции во времени статистических характеристик динамических систем.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы (БРС) оценки знаний по изучаемой дисциплине. БРС учитывает выполнение студентами совокупности домашних заданий и контрольных работ в соответствии с учебным планом. Данные о посещаемости и текущей успеваемости вносятся преподавателями в специальные журналы и учитываются в БРС.

Текущий контроль на основе домашних заданий осуществляется в течении учебного семестра в сроки, установленные Учебным управлением, в соответствии с учебным планом.

Для сдачи задания студент обязан предоставить решение задачи домашнего задания в письменной форме, ответить на вопросы преподавателя и написать контрольную работу по заданию, по которой проверяются знание понятий и утверждений по темам сдаваемого задания и умению решать задачи.

Во время выполнения контрольной работы нельзя пользоваться помощью других лиц, вычислительной техники и мобильными телефонами.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Понятие случайного процесса. Реализации случайного процесса. Примеры некоторых типов случайных процессов.
2. Одномерные и многомерные распределения вероятности, плотности распределений вероятности.
3. Характеристический функционал. Моментные функции сл. процесса.
4. Кумулянтная функция и семиинварианты. Соотношение между моментами и семиинвариантами.
5. Совместные функции распределения вероятностей нескольких случайных процессов. Взаимные моментные функции случайных процессов.
6. Представление случайных процессов рядами ортогональных функций. Каноническое разложение (Карунена-Лоэва).
7. Последовательности случайных импульсов.
8. Пуассоновские импульсные процессы.
9. Дробовой шум.
10. Стационарные случайные процессы. Эргодичность случайных процессов.
11. Свойства функции корреляции стационарного случайного процесса. Время корреляции.
12. Стохастические интегралы
13. Спектральный анализ стационарных случайных функций.
14. Теорема Релея (равенство Парсеваля). Спектральная интенсивность и спектральная плотность сл. процесса.
15. Основные свойства спектральной плотности. Соотношение неопределенности для эффективной ширины спектра низкочастотного процесса и времени корреляции.
16. Асимптотический смысл дельта-коррелированных случайных процессов. Белый шум и его основные свойства.
17. Гауссовские (нормальные) случайные процессы и их статистические свойства.
18. Преобразование случайных процессов в линейных инерционных системах.
19. Временной и спектральный подходы при описании преобразований случайных процессов в линейной системе.
20. Нормализация случайного процесса на выходе узкополосного линейного фильтра.
21. Воздействие белого шума на RC – фильтр.
22. Тепловой шум в электрических цепях.
23. Воздействие белого шума на следящую систему.
24. Воздействие белого шума на идеальный полосовой усилитель с частотной характеристикой близкой к гауссовой (4 часа)
25. Общий случай воздействия нестационарного процесса на линейную систему с переменными параметрами.
26. Случайные процессы в линейной системе с изменяющимся во времени коэффициентом усиления.
27. Линейные преобразования случайных полей.
28. Оптимальные линейные системы.
29. Сглаживание и прогнозирование стационарных воздействий с использованием бесконечной предыстории.
30. Максимизация отношения сигнал/шум; согласованный фильтр.
31. Узкополосные случайные процессы.
32. Обобщенный закон распределения Релея. (4 часа)
33. Случайные процессы в безынерционных нелинейных системах.
34. Марковские случайные процессы.
35. Стационарное решение уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова.
36. Критерии принятия решения. Критерий Неймана-Пирсона.
37. Корреляционный приемник.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется не менее 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.

Проректор по учебной работе и довузовской подготовке

А. А. Воронов

« ____ » _____ 2019

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов

Дисциплина: Теория случайных процессов, 2 курс, 4 семестр, дифференцированный зачет

Кафедра: высшей математики

№	Вид занятий	Сумма баллов
1.	Контрольная работа № 1 по сдаче 1 задания	0 – 5
2.	Контрольная работа № 2 по сдаче 2 задания	0 – 5
3.	Задание № 1 (тетрадь и ее защита)	0 – 10
4.	Задание № 2 (тетрадь и ее защита)	0 – 10
5.	Беседа по контрольной работе № 1	0 – 5
6.	Беседа по контрольной работе № 2	0 – 5
7.	Проверка теоретических знаний	0 – 5
8.	Работа на семинарах	0 – 5
9.	Контрольный опрос	0 – 50
	ИТОГО	0 – 100

Соответствие между суммой баллов БРС и итоговой академической успеваемостью (итоговой оценкой)

Баллы БРС	Оценки	
93 – 100	10	отлично
86 – 92	9	
79 – 85	8	
72 – 78	7	хорошо
65 – 71	6	
58 – 64	5	
51 – 57	4	удовлетворительно
44 – 50	3	
31 – 43	2	неудовлетворительно
0 – 30	1	

Регламент принятия домашних заданий и проведения экзамена определяется «Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов на кафедре высшей математики».

Зав. кафедрой

Г.Е. Иванов