

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Случайные процессы

: 01.03.02

, :

: 3, : 5

		5
1	()	4
2		144
3	, .	65
4	, .	18
5	, .	36
6	, .	0
7	, .	11
8	, .	2
9	, .	9
10	, .	79
11	(, ,)	.
12		

(): 01.03.02

228 12.03.2015 ., : 14.04.2015 .

: 1,

(): 01.03.02

, 4 20.06.2017
, 6 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат; в части следующих результатов обучения:	
2.	
2.	

2.

2.1

(
,	
,	
,	
)	

.2. 2	
1.знать основы теории случайных процессов	; ;
.2. 2	
2.уметь применять основные методы теории вероятностей при построении моделей случайных процессов	; ;

3.

3.1

	,	.	
: 5			
:			
1. ().	0	6	1, 2
:			
2. (...) (...) ... 1- 2- .	0	6	1, 2
:			
3. ().	0	6	1, 2

3.2

	,	.	
--	---	---	--

5.

(5.1).

5.1

	-
	e-mail;

5.2

1		.2;
Формируемые умения: з2. знать основы теории случайных процессов		
Краткое описание применения: Построение вероятностной модели. Обоснование выбора метода решения поставленной задачи. Анализ полученных результатов		
<p style="font-size: small;">3 " (01.03.02) / ; , 2016. - 124, [2] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233613"</p>		

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 5		
Практические занятия:	20	35
2004. - 202, [1] . : . - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_bekareva.rar "		
Контрольные работы:	10	25
2004. - 202, [1] . : . - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_bekareva.rar "		
Экзамен:	20	40
, 2004. - 202, [1] . : . - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_bekareva.rar "		

6.2

6.2

.2	2.	+	+	+

	2.		+	
--	----	--	---	--

1

7.

1. 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
2. Зубков А. М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие / А. М. Зубков, Б. А. Севастьянов, В. П. Чистяков. - СПб. [и др.], 2009. - 317, [2] с. : табл.
3. Матальцкий, М.А. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.А. Матальцкий, Г.А. Хацкевич. - Минск: Выш. шк., 2012. - 720 с. : ил. - ISBN 978-985-06-2105-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508401> - Загл. с экрана.
4. Родин Б.П. Случайные процессы в линейных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу теория автоматического управления/ Б.П. Родин— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 19 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18388.html>.— ЭБС «IPRbooks»
1. Волков И. К. Случайные процессы : [учебник для вузов] / И. К. Волков, С. М. Зуев, Г. М. Цветкова ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М., 2006. - 447 с.
2. Бекарева Н. Д. Случайные процессы : конспект лекций / Н. Д. Бекарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 222, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/bek.rar>
3. Гихман И. И. Введение в теорию случайных процессов : учебное пособие для физ.-мат. специальностей вузов / И. И. Гихман, А. В. Скороход. - М., 1977. - 567 с.
4. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М. : КноРус, 2011 [т.е. 2010]. - 441 с. : ил. ; 22 см. - (Mathematics).
5. Просветов Г. И. Случайные процессы: задачи и решения : учеб.-практ. пособие / Г. И. Просветов. - М. : Альфа-Пресс, 2011. - 54, [1] с.

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

8.

8.1

1. Бекарева Н. Д. Случайные процессы : конспект лекций / Н. Д. Бекарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 202, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_bekareva.rar

8.2

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

9.

-

1	(- , ,)	

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

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Случайные процессы** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2/НИ способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	з2. знать основы теории случайных процессов	Основные понятия случайных процессов. Случайные функции, случайные процессы (СП). Конечномерные законы распределения СП. Вероятностные характеристики СП. Процессы нормальные, стационарные, с независимыми приращениями, с некоррелированными приращениями, марковские, винеровские, пуассоновские. 2 Применение операций математического анализа к случайным функциям: сходимость в среднеквадратическом смысле (с.к. сходимость). Лемма Лозва, стохастический критерий с.к. сходимости. Необходимые и достаточные (н. и д.) условия с.к. непрерывности, с.к. дифференцируемости, с.к. интегрируемости. Стохастические интегралы, н. и д. условия стохастической интегрируемости. Дифференциал Ито, формула Ито. Стохастические дифференциальные уравнения 1-го и 2-го типов. Спектральные характеристики ССП. Спектры ССП. Преобразование ССП при прохождении его через линейную динамическую систему. Связь вероятностных и спектральных характеристик входного и выходного процессов.	Контрольная работа №1, Контрольная работа №2	экзамен, вопросы 1-29, задача 1,3
ПК.2/НИ	у2. уметь применять основные математические методы при построении моделей		Контрольная работа №1, Контрольная работа №2	экзамен вопросы 30-41, Задачи 2,3

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИ.

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

Экзаменационный билет включает 3 теоретических вопроса и 2 задачи, требующих знания формулировок теорем, определений, свойств.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

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 компетенции ПК.2/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 и слабо, пробелы носят существенный характер: непонимание смысла определений, теорем; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, нет навыка работы с обозначениями, принятыми в изучаемой дисциплине, большинство (85% и более) 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, есть понимание некоторых идей изучаемой дисциплины, умение пользоваться некоторыми формулами, принятым в дисциплине математическим языком, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий (не менее 40%) 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, большинство предусмотренных программой обучения заданий (не менее 75%) 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, предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, (не менее 85%), качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Случайные процессы», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам, который содержит 3 теоретических вопроса и 2 задачи. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12, второй вопрос из диапазона вопросов 13-29, третий вопрос выбирается из диапазона вопросов 30-41 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). Одна задача выбирается из тем, указанных в п.4 так, чтобы ее тема дополняла темы теоретических вопросов. Вторая задача предполагает проверку или доказательство некоторого факта, известного из теории, она ориентирована на содержание вопросов 1-12.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Случайные процессы»

1. Случайные процессы (СП): основные определения. Вероятностные характеристики СП.
2. Средняя квадратическая сходимости (с.к. сходимости). Лемма Лозэва.
3. Определение стационарных случайных процессов. Некоторые их свойства.
4. Пусть $X(t)$, $t \in T$, нормальный стационарный СП. Найти его двумерный закон распределения.
5. Вывести формулу $K_{XX}(t, s) = \frac{\partial^2 K_X(t, s)}{\partial t \partial s}$.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 20-25 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 26-32 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 33-40 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Случайные процессы»

1. Случайные функции, случайные процессы (СП): определения, траектории процессов, сечения. Вероятностные характеристики СП
2. Конечномерные распределения СП
3. Моменты СП. Белый шум.
4. Свойства ковариационных функций
5. Понятие стохастической эквивалентности процессов.
6. Гильбертово пространство СП.
7. Гауссовы процессы
8. Стационарные СП (ССП)
9. Случайные процессы с некоррелированными приращениями (СПНРП) стр.30-33
10. Случайные процессы с независимыми приращениями (СПНП)
11. Марковские процессы
12. Пуассоновские процессы
13. Винеровские процессы
14. Средняя квадратическая сходимость (с.к. сходимость).
Лемма Лозва
15. Следствия из леммы Лозва. Стохастический критерий Коши
с.к. сходимости
16. Средняя квадратическая непрерывность случайных функций
17. Дифференцирование случайных функций (СФ)
18. Средние квадратические интегралы (с.к. интегралы) от СФ.
Свойства с.к. интегралов.
19. С.к. интегралы с переменным верхним пределом
интегрирования
20. Стохастические дифференциальные уравнения (I тип)
21. Слабая с.к. сходимость (с.с.к. сходимость).
Обобщенные случайные функции
22. Эргодические случайные процессы по отношению
к математическому ожиданию
23. Стохастические интегралы от неслучайных функций

24. Стохастические интегралы как интегралы, содержащие белый шум
25. Ортогональная стохастическая мера
26. Стохастические интегралы по ортогональной стохастической мере
27. Стохастические интегралы от случайных функций, интеграл Ито
28. Другие виды стохастических интегралов от случайных функций.
29. Дифференциал Ито, формула Ито
30. Стохастические дифференциальные уравнения (II тип)
31. Стационарные в широком смысле СП, свойства
32. Спектральные характеристики ССП
33. Спектральное представление ССП
34. Дискретные спектры ССП, условия существования
35. Ряды Фурье в ССП с дискретными спектрами
36. Непрерывные спектры ССП
37. Стационарный белый шум. Модели белого шума
38. Линейные преобразования СП.
Частотная характеристика преобразования
39. Математические модели линейных систем.
Передаточная функция преобразования
40. Способы вычисления спектральных и вероятностных характеристик на входе и выходе систем.
41. Метод с использованием импульсных переходных функций

Типы задач к экзаменам по дисциплине «Случайные процессы»

1. Нахождение законов распределения, математического ожидания и ковариационной функции СП
2. Определение типа СП
3. Определение параметров стационарных в широком смысле, нормально распределенных СП
4. Определение вероятностных характеристик процессов, полученных в результате дифференцирования, с.к. интегрирования, проверка корректности этих операций.
Вычисление дифференциалов Ито
5. Связь спектральных и вероятностных характеристик ССП. Вычисление передаточных функций в моделях линейных систем с помощью преобразований Лапласа

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Случайные процессы», 5 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа №1

Контрольная работа проводится письменно по отдельным билетам. В работе выполняются вычисления спектральной плотности входного процесса по заданной ковариационной матрице (одинаковой для всех вариантов) и передаточной функции системы с помощью преобразований Лапласа.

Контрольная работа №2

Контрольная работа проводится письменно по отдельным билетам. По результатам проверки правильности выполнения вычислений в первой контрольной работе (если результат неверен, сообщается верное решение), выдается задание: вычислить одну из вероятностных или спектральных характеристик выходного процесса или взаимных характеристик входного и выходного процессов.

2. Критерии оценки

Контрольная работа №1

Контрольная работа считается **невыполненной**, если получены неверные результаты вследствие неверного использования формул. Оценка составляет 0-4 баллов.

Работа выполнена на **пороговом уровне**, если результаты неверны только вследствие арифметических ошибок, либо одно из вычислений не доведено до конца. Оценка составляет 5-7 баллов.

Работа выполнена на **базовом уровне**, если результаты неверны только вследствие арифметических ошибок, при этом правильно выполнено более половины работы. Оценка составляет 8-10 баллов.

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если все вычисления проведены верно, возможны при этом арифметические ошибки, не искажающие смысла полученного решения. Оценка составляет 11-12 баллов.

Контрольная работа №2

Контрольная работа считается **невыполненной**, если получены неверные результаты вследствие неверного использования формул. Оценка составляет 0-5 баллов.

Работа выполнена на **пороговом уровне**, если результаты неверны только вследствие арифметических ошибок, либо одно из вычислений не доведено до конца. Оценка составляет 6-8 баллов.

Работа выполнена на **базовом уровне**, если результаты неверны только вследствие арифметических ошибок, при этом правильно выполнено более половины работы. Оценка составляет 9-10 баллов.

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если все вычисления проведены верно, возможны при этом арифметические ошибки, не искажающие смысла полученного решения. Оценка составляет 11-13 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольные работы №1, №2 учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Пример контрольной работы №1

Дана схема, описывающая математическую модель дифференцируемой цепочки. Определена ковариационная функция процесса на входе. Необходимо определить передаточную функцию и спектральную функцию для входного процесса.

Пример контрольной работы №2

Дана схема, описывающая математическую модель дифференцируемой цепочки. Определена ковариационная функция процесса на входе. Найти взаимную ковариационную функцию процессов на входе и на выходе двумя методами.