

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
« 30 » _ноября_ 2022 г. № _13_

Рабочая программа дисциплины

Прикладные начала теории случайных процессов

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Вероятностное моделирование и анализ данных

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений
Б1.В.03 Прикладные начала теории случайных процессов

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.03, «Прикладные начала теории случайных процессов» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-11 Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-11.1 Знать методы определения сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Знать: 1) основные понятия теории случайных процессов с дискретным и непрерывным временем 2) знать примеры вероятностных моделей реальных процессов и явлений в форме случайного процесса	Собеседование
	ПК-11.2 Уметь определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Уметь решать стандартные задачи теории случайных процессов	Задачи
ПК-12 Способен разрабатывать и совершенствовать статистическую теорию в части математической статистики и вероятностных методов анализа числовой и	ПК-12.1 Знать методы разработки и совершенствования статистической теории в части математической статистики и вероятностных методов анализа числовой и нечисловой	Знать элементы статистической теории случайных процессов	Собеседование

нечисловой информации	информации		
	ПК-12.2 Уметь разрабатывать и совершенствовать статистическую теорию в части математической статистики и вероятностных методов анализа числовой и нечисловой информации	Уметь решать типовые задачи статистической теории случайных процессов	Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	66
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	78
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы) Очная	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы Очная
		Занятия лекционного типа Очная	Занятия семинарского типа Очная	Занятия лабораторного типа Очная	Всего Очная	
Случайные последовательности: конечномерные распределения, стационарность в узком и широком смысле	17	6	4		10	7
Марковские случайные последовательности с дискретным пространством состояний	28	8	12		20	8
Гауссовские случайные последовательности	15	4	4		8	7
Элементы теории случайных процессов с непрерывным временем	25	10	8		18	7
Элементы теории восстановления и регенерирующих процессов	15	4	4		8	7
Текущий контроль (КСР)	2	0	0		2	0

Промежуточная аттестация – экзамен	36	0	0		36	0
Итого	180	32	32		102	36

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (экзамен)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы, решения домашних заданий и подготовке к промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Статистика случайных процессов» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=6163>), созданный в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продemonстрированы основные умения. Решены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все	Продemonстрированы все основные умения, решены все	Продemonстрированы все основные умения, решены все

	оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки.	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценивания при собеседовании

Результат ответов	Оценка
Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя	зачтено
Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы	не зачтено

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция

		сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Вопросы к экзамену

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Понятие случайной последовательности. Конечномерные распределения. Классы случайных последовательностей	ПК-11
2. Числовые характеристики случайных последовательностей. Автоковариационная функция, ее свойства.	ПК-12
3. Стационарность в широком и узком смысле.	ПК-11
4. Счетная цепь Маркова. Существенные и несущественные состояния. Классы сообщающихся состояний	ПК-11
5. Возвратные и невозвратные состояния цепи Маркова. Положительная и нулевая возвратность.	ПК-11
6. Теоремы о предельном поведении переходных вероятностей цепи Маркова	ПК-11
7. Переходные вероятности цепи Маркова. Уравнения Чепмена–Комлогорова. Стационарное распределение цепи Маркова.	ПК-11
8. Закон больших чисел для цепи Маркова и центральная предельная теорема (без доказательства)	ПК-12
9. Свойства гауссовских случайных последовательностей.	ПК-12
10. Конечномерные распределения процесса с непрерывным временем. Условие Согласованности. Теорема Колмогорова (без доказательства).	ПК-11
11. Процессы с независимыми приращениями: процесс Пуассона, винеровский процесс	ПК-11
12. Процесс восстановления. Функция восстановления. Основные теоремы о процессах восстановления (без доказательства).	ПК-11
13. Определение регенерирующего процесса. Примеры. Основная теорема о существовании предельного распределения в регенерирующем процессе.	ПК-11

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-11

Задача 1.

Для случайной последовательности $X_n = \xi_n \cos(\alpha t + \varphi) + \eta_n \sin(\alpha t + \varphi)$ указать (подобрать) случайные последовательности ξ_n , η_n , и случайную величину φ , при которых последовательность X_n , $n = \dots, -1, 0, 1, \dots$ будет стационарной в широком смысле последовательностью.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-12

Задача 5.

Пусть дана случайная последовательность ξ_n , $n = 1, 2, \dots$ взаимно независимых и одинаково распределенных случайных величин с пуассоновским распределением со средним λ . Вычислить вероятность $P(Z_{n+1} = a \mid Z_1 = x_1)$ при условии $Z_{n+1} = (Z_n)^2 + \xi_{n+1}$.

5.2.4. Типовые вопросы для собеседования для оценки компетенции «ПК-11»:

1. Как выглядят конечномерные распределения для последовательности независимых случайных величин?
2. Как выглядят конечномерные распределения для последовательности дискретных случайных величин, связанных в цепь Маркова?
3. Дайте определение стационарной случайной последовательности.
4. Какое начальное распределение превращает цепь Маркова в стационарную последовательность в сильном смысле?
5. Что такое процесс восстановления? Является ли процесс Пуассона процессом восстановления?

5.2.5. Вопросы для собеседования для оценки компетенции «ПК-12»:

1. Как выглядит автоковариационная функция гауссовской последовательности?
2. Сформулируйте закон больших чисел для цепи Маркова с двумя состояниями.
3. Каким свойством обладают числовые характеристики стационарного случайного процесса?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Федоткин М. А. Модели в теории вероятностей. Учебник. — М.: Наука — ФИЗМАТЛИТ, 2012 (196 экз. в библиотеке).
2. Ширяев А. Н. Вероятность. — М.: Наука, 1989. — 640 с. (92 экз.)
3. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] / Климов Г.П. - 2-е издание, исправленное. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211058460.htm>

б) дополнительная литература:

1. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей: [учебник]. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 320 с. (1 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интернет-ресурсы электронного портала ИИТММ
<http://www.itmm.unn.ru/studentam/uchebno-metodicheskie-materialy/>
2. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ им. Лобачевского
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
3. Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в

электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 02.04.02
Фундаментальная информатика и информационные технологии

Автор к.ф.-м.н., доцент _____ В.А. Зорин

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ А. В. Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных
технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.