

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Вероятностные модели в теории очередей

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная математика и информатика (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.09.04 Вероятностные модели в теории очередей относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-13: Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике	<p>ПК-13.1: Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике</p> <p>ПК-13.2: Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p> <p>ПК-13.3: Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности</p> <p>ПК-13.4: Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>	<p>ПК-13.1: Знает понятие случайной функции и случайного процесса, их классификацию. Знает свойства пуассоновского входного потока и других важных для практики потоков.</p> <p>ПК-13.2: Знает понятие системы Эрланга и метод изучения процесса обслуживания в этой системе. Знает основные показатели качества работы систем с потерями и систем с ожиданием.</p> <p>ПК-13.3: Умеет анализировать свойства реального процесса обслуживания. Умеет строить математическую модель реального процесса обслуживания. Умеет вычислять критериальные характеристики систем массового обслуживания.</p> <p>ПК-13.4: Владеет навыками построения и анализа си-стем</p>	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

		массового обслуживания. Владеет методами решения задач оптимизации в управляемых стохастических системах.		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Предмет теории массового обслуживания. Понятие системы массового обслуживания	15	3	4	7	8
Способы описания входного потока системы массового обслуживания.	14	4	3	7	7
Система обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий.	17	4	4	8	9
Система с ожиданием и полnodоступным упорядоченным пучком линий обслуживания	12	3	3	6	6
Основные подходы к исследованию неклассических СМО.	13	2	2	4	9
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	16	16	33	39

## Содержание разделов и тем дисциплины

Предмет теории массового обслуживания. Понятие системы массового обслуживания (СМО).

Классификация СМО. Классическая СМО.

Способы описания входного потока системы массового обслуживания. Понятие простейшего входного потока. Потоки Пальма.

Система обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий. Основные аналитические результаты, их практическое применение.

Система с ожиданием и полnodоступным упорядоченным пучком линий обслуживания. Основные аналитические результаты, их практическое применение.

Основные подходы к исследованию неклассических СМО. Методы построения математических моделей неклассических управляющих систем обслуживания. Описание методологии «кибернетического» подхода Ляпунова-Яблонского.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает выполнение практических заданий под контролем преподавателя, самостоятельного изучения конспектов лекций и подготовку к зачету.

Контрольные вопросы и задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.

### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-13:**

**Задача 1.** В ателье по пошиву одежды трудятся 7 мастеров. В среднем в течение дня поступает 12 заказов, поток требований простейший. Пусть в среднем за день каждый мастер выполняет 2,5 заказа. Найдите основные числовые характеристики для данной системы.

**Задача 2.** Мастерская по ремонту радиоаппаратуры имеет 7 мастера. В среднем в течение дня поступает 16 приборов, поток требований Пуассоновский. В среднем за один день каждый мастер ремонтирует 2,5 аппарата. Требуется вычислить основные числовые характеристики для заданной системы.

**Задача 3.** Автоматическая телефонная станция имеет 5 линий связи. Вызовы поступают по закону Пуассона с параметром  $\lambda=2,5$ . Длительность разговора – случайная величина,

распределенная показательно с параметром  $m=1$ . Рассчитать основные характеристики работы системы.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Верное решение задачи
не зачтено	Ошибка в решении задачи или отсутствие решения

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Дать определение простейшей системы массового обслуживания.

Перечислить способы описания входного потока системы массового обслуживания.

Перечислить фундаментальные положения кибернетического подхода к построению и анализу математических моделей статистически устойчивых экспериментов с управлением.

Описать схему управляющей системы, перечислить блоки, которыми она представлена в случае а) циклической, б) приоритетной системы.

Определить, что является информацией, координатами и функцией управляющей системы в случае а) циклической приоритетной системы.
Сформулировать, что является управлением в случае циклической системы.
Определить, какие стратегии обслуживания называются экстремальными.
Привести Классификацию систем массового обслуживания. Дать определение классической СМО.
Записать общий вид переходных вероятностей для марковской цепи в случае а) циклической, б) приоритетной системы.
Дать определение простейшей системы массового обслуживания.
Предмет теории массового обслуживания. Понятие системы массового обслуживания
Дать определение потоков Пальма.
Дать определение системы обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий. Привести основные аналитические результаты.
Дать определение системы с ожиданием и полнодоступным упорядоченным пучком линий обслуживания. Привести основные аналитические результаты.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Полный ответ на контрольный вопрос
не зачтено	Неполный ответ на контрольный вопрос или отсутствие ответа

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Пройдакова Екатерина Вадимовна. Построение математических моделей управляющих систем обслуживания : учебно-методическое пособие / Е. В. Пройдакова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 30 с. - Текст : электронный, <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822549&idb=0>.
2. Хинчин Александр Яковлевич. Работы по математической теории массового обслуживания / под ред. Б. В. Гнеденко. - М. : Физматгиз, 1963. - 235 с. - 0.72., 4 экз.
3. Саати Томас Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения / пер. с англ. Е. Г. Коваленко ; под ред. И. Н. Коваленко ; с предисл. Б. В. Гнеденко. - 2-е изд. - М. : Советское радио, 1965. - 510 с. - 2.47., 1 экз.
4. Пройдакова Екатерина Вадимовна. Построение и исследование математических моделей

реальных процессов в виде управляющих систем : монография / Е. В. Пройдакова, М. А. Федоткин. - Москва : Русайнс, 2024. - 334 с. - ISBN 978-5-466-07330-0 : 1098.90., 10 экз.

Дополнительная литература:

1. Пройдакова Е. В. Исследование систем массового обслуживания методом имитационного моделирования : лабораторный практикум / Пройдакова Е. В., Федоткин М. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 21 с. - Рекомендовано методической комиссией Института информационных технологий математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» 09.03.04 «Программная инженерия». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730229&idb=0>.
2. Федоткин Андрей Михайлович. Моделирование и оптимизация выходных процессов при циклическом управлении конфликтными потоками Гнеденко - Коваленко : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.18 / ННГУ. - Н. Новгород, 2010. - 150 с. - Библиогр.: с. 139 - 150., 1 экз.

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

Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ им. Н.И. Лобачевского

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Пройдакова Екатерина Вадимовна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.