

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 № 15 от 24.12.2025 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
Математическое моделирование и искусственный интеллект

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 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 случайного процесса, классификацию случайных процессов. Знает определение и свойства простейшего (пуассоновского) потока, а также других важных для практики потоков.</p> <p>ПК-13.2: Знает определение классической системы массового обслуживания(СМО), системы Эрланга и методы изучения процессов обслуживания в этих системах. Знает методику расчета характеристик 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 основные характеристики систем массового обслуживания.</p>	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>ПК-13.4: Владеет навыками анализа процесса функционирования системы массового обслуживания на основе значений характеристик функционирования.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

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

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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Предмет теории массового обслуживания. Понятие классической системы массового обслуживания	10	2	2	4	6
Классификация случайных процессов. Способы описания и изучения случайных процессов.	7	2	1	3	4
Способы описания входного потока системы массового обслуживания.	6	1	1	2	4
Простейший входной поток (стационарный, ординарный с отсутствием последствия). Получение основных соотношений.	10	2	2	4	6
Стационарные потоки без последствия. Получение основных	10	2	2	4	6

соотношений.					
Нестационарные пуассоновские потоки. Получение соотношений.	6	1	2	3	3
Система обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий.	11	3	3	6	5
Система с ожиданием и полностью доступным упорядоченным пучком линий обслуживания	11	3	3	6	5
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).

Классическая СМО.

Классификация случайных процессов. Способы описания и изучения случайных процессов.

Способы описания входного потока системы массового обслуживания.

Простейший входной поток (стационарный, ординарный с отсутствием последствия). Получение основных соотношений.

Стационарные потоки без последствия. Получение основных соотношений.

Нестационарные пуассоновские потоки. Получение соотношений. Функции Пальма.

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

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

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

1. Теория массового обслуживания, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5323>.
2. Теория вероятностей и математическая статистика ДО, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=789>.

Иные учебно-методические материалы:

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 - Практическое задание) 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. 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 - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Верное решение практического задания
не зачтено	Ошибка в решении практического задания 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные

	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки	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	все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий 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

1. Понятие системы массового обслуживания
2. Дать определение классической СМО.
3. Перечислить четыре способа описания входного потока системы массового обслуживания.
4. Дать описание системы обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий.
5. Привести основные аналитические результаты для системы обслуживания Эрланга с потерями и конечным числом линий, объяснить их практическое применение.
6. Дать описание системы с ожиданием и полнодоступным упорядоченным пучком линий обслуживания.
7. Привести основные аналитические результаты для системы с ожиданием и полнодоступным упорядоченным пучком линий обслуживания, дать их физическую интерпретацию и практическое применение.

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. Пройдакова Екатерина Вадимовна. Исследование систем массового обслуживания методом имитационного моделирования : лабораторный практикум / Е. В. Пройдакова, М. А. Федоткин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 21 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822550&idb=0>.
3. 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.
4. Зорин А. В. Стохастические модели процессов обслуживания с разделением времени : учебное пособие для вузов / Зорин А. В., Федоткин М. А.; Федоткин М. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 356 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-52171-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=977986&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Хинчин Александр Яковлевич. Работы по математической теории массового обслуживания / под ред. Б. В. Гнеденко. - М. : Физматгиз, 1963. - 235 с. - 0.72., 4 экз.
2. Саати Томас Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения = Elements of queueing theory with applications / пер. с англ. Е. Г. Коваленко ; под ред. И. Н. Коваленко ; предисл. Б. В. Гнеденко. - 2-е изд. - М. : Советское радио, 1971. - 520 с. - 2.63., 1 экз.
3. Зорин Андрей Владимирович. Теория управляемых систем массового обслуживания : учеб.-метод. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 010500 и специальности 010501 "Приклад. математика и информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2007 (Тип. ННГУ). - 47 с. - Авт. указ. в конце кн. - 15.00., 40 экз.
4. Федоткин Михаил Андреевич. Нетрадиционные проблемы математического моделирования экспериментов. - М. : Физматлит, 2018. - 424 с. - ISBN 978-5-9221-1812-5 : 715.00., 20 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, компьютерами.

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 17.12.2025, протокол № №6.