

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД – 12350 /уч.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 03 01 Математика (по направлениям)

Направление специальности

1-31 03 01-03 Математика (экономическая деятельность)

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 01--2021, типового учебного плана № G 31-1-011/пр-тип. от 31.03.2021 и учебного плана № G31-1-004/уч. от 25.05.2021

СОСТАВИТЕЛИ:

Ромашенко Галина Станиславовна, доцент кафедры функционального анализа и аналитической экономики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

Лебедев Андрей Владимирович, заведующий кафедрой функционального анализа и аналитической экономики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Пыжкова Ольга Николаевна, заведующий кафедрой высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой функционального анализа и аналитической экономики
(протокол № 13 от 22.05.2023);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 29.06.2023)

Зав. кафедрой ФАиАЭ, профессор _____



А.В. Лебедев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Элементы теории массового обслуживания» является подготовка специалистов, владеющих классическими моделями систем массового обслуживания и методами решения практических задач с использованием этих моделей.

Задачи учебной дисциплины:

специализации «Элементы теории массового обслуживания»:

- определение вида распределения случайной величины, описывающей поступление заявок в систему;
- время ожидания в системе для простейших потоков;
- специальные (упрощающие) условия для систем массового обслуживания;
- обобщенные модели систем массового обслуживания.

Место учебной дисциплины. В системе подготовки специалиста с высшим образованием учебная дисциплина относится к **дисциплинам специализации** компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных **связей** и программ по дисциплинам: «Теория функций комплексного переменного», «Функциональный анализ», «Экстремальные задачи».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Элементы теории массового обслуживания» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

базовые профессиональные компетенции:

БПК-2. Использовать понятия и методы вещественного, комплексного и функционального анализа и применять их для изучения моделей окружающего мира.

БПК-5. Применять основные алгебраические и геометрические понятия, конструкции и методы при решении теоретических и прикладных математических задач.

специализированные компетенции:

СК-2. Применять ключевые методы защиты информационных систем при реализации криптоприложений.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные методы решения задач оптимизации;
- основные вероятностные распределения и их характеристики;
- свойства простейших потоков;

- распределение числа заявок и времени ожидания в системе для простейших потоков;

- методы определения средней длины очереди и среднего времени ожидания для систем с простейшими потоками;

- особенности моделей со специальными характеристиками.

уметь:

- применять к различным практическим задачам методы теории массового обслуживания;

- строить математическую модель для различных практических задач;

- самостоятельно ориентироваться в литературе по теме «Теория массового обслуживания».

владеть:

- элементарными понятиями теории вероятностей, моделей теории массового обслуживания.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в пятом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Элементы теории массового обслуживания» отведено:

- в очной форме получения высшего образования: 90 часов, в том числе 36 аудиторных часа, из них: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основные понятия теории массового обслуживания

- 1.1. Основные компоненты моделей массового обслуживания.
- 1.2. Экспоненциальное и пуассоновское распределения в системах массового обслуживания.
- 1.3. Модели рождения и гибели (связь между экспоненциальным и пуассоновским распределениями): модель чистого рождения, модель чистой гибели.

Тема 2. Обобщенная модель системы массового обслуживания

- 2.1. Стационарный и переходной режимы, состояние системы. Диаграммы интенсивности переходов. Ожидаемые интенсивности входного и выходного потоков.

Тема 3. Специализированные системы массового обслуживания с пуассоновским распределением

- 3.1. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания.
- 3.2. Модель с одним сервисом без ограничения на длину очереди, распределение времени ожидания.
- 3.3. Модель с одним сервисом с ограниченной вместимостью системы.
- 3.4. Модели с параллельными сервисами: без ограничения на длину очереди и с ограниченной вместимостью системы.
- 3.5. Модели самообслуживания.
- 3.6. Формула Поллачека- Хинчина.

Тема 4. Другие модели массового обслуживания

- 4.1. Модели принятия решений в теории массового обслуживания. Модель со стоимостными характеристиками.
- 4.2. Модель предпочтительного уровня обслуживания.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные понятия теории массового обслуживания	6			2			
1.1	Основные компоненты моделей массового обслуживания.	2						Экспресс-опрос
1.2	Экспоненциальное и пуассоновское распределения в системах массового обслуживания.	2						Экспресс-опрос
1.3	Модели рождения и гибели (связь между экспоненциальным и пуассоновским распределениями): модель чистого рождения, модель чистой гибели	2			2			Экспресс-опрос
2	Обобщенная модель системы массового обслуживания	2			2			
2.1	Стационарный и переходной режимы, состояние системы. Диаграммы интенсивности переходов. Ожидаемые интенсивности входного и выходного потоков.	2			2			Экспресс-опрос
3	Специализированные системы массового обслуживания с пуассоновским распределением	6			8		2	
3.1	Функциональные характеристики стационарных	1			2			Собеседование, дискуссия

	систем обслуживания.							
3.2	Модель с одним сервисом без ограничения на длину очереди, распределение времени ожидания.	1			1			Экспресс-опрос
3.3	Модель с одним сервисом с ограниченной вместимостью системы.	1			1			Экспресс-опрос
3.4	Модели с параллельными сервисами: без ограничения на длину очереди и с ограниченной вместимостью системы.	1			2			Отчёты по аудиторным упражнениям с их устной защитой, собеседование
3.5	Модели самообслуживания.	1			2			Собеседование, дискуссия
3.6	Формула Поллачека- Хинчина	1					2	Контрольная работа по теме 3
4	Другие модели массового обслуживания	4			2		2	
4.1	Модели принятия решений в теории массового обслуживания. Модель со стоимостными характеристиками.	2			2			Проверка индивидуальных заданий
4.2	Модель предпочтительного уровня обслуживания.	2					2	Контрольная работа по теме 4
	Всего	18			14		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Алгоритмы: построение и анализ : [пер. с англ.] / Томас Кормен [и др.]. - 3-е изд. - Москва; Санкт-Петербург : Вильямс, 2018. - 1323 с
2. Кузнецова Л.П., Семенихин Б.А., Пикалов С.В., Алтухов А.Ю. Теория массового обслуживания в задачах оптимизации транспортных процессов: Учебное пособие/ Кузнецова Л.П.; Закрытое акционерное общество "Университетская книга" - Курск, 2023.– 166 с.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50504255>
3. Донкова, Ирина Адольфовна. Исследование операций и методы оптимизации : учебное пособие / И. А. Донкова ; Тюменский гос. ун-т. - Москва : ПРОСПЕКТ, 2020. – 195 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Хэмди А. Таха. Введение в исследование операций. – Москва- Санкт-Петербург- Киев. Издательский дом «Вильямс», 2001
2. Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания. М., УРСС, 2004
3. Боровков А.А. Вероятностные процессы в теории массового обслуживания. М., Наука, 1972
4. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. – М., Наука, 1965
5. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания. – М., Сов. Радио, 1965.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и текущей аттестации.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие средства текущего контроля: опрос, дискуссия, собеседования, контрольные работы, отчёты по аудиторным упражнениям с их устной защитой, проверка индивидуальных заданий.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Элементы теории массового обслуживания» учебным планом предусмотрен **зачет**

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 3. Специализированные системы массового обслуживания с пуассоновским распределением. (2ч)

Студент изучает функциональные характеристики стационарных систем обслуживания. Модель с одним сервисом без ограничения на длину очереди, распределение времени ожидания. Модель с одним сервисом с ограниченной вместимостью системы. Модели с параллельными сервисами: без ограничения на длину очереди и с ограниченной вместимостью системы.

Модели самообслуживания. Формула Поллачека-Хинчина

Задание (примерный вариант). Аэропорт обслуживает пассажиров трех категорий: городских жителей, жителей пригородов и транзитных пассажиров. Прибытие в аэропорт пассажиров всех трех категорий во времени происходит в соответствии с распределением Пуассона со средней интенсивностью 15, 10 и 7 пассажиров в час соответственно. Время регистрации пассажиров подчиняется экспоненциальному распределению с математическим ожиданием 6 мин.

Определить количество стоек для регистрации пассажиров в каждой из следующих ситуаций:

- а) среднее время пребывания пассажиров в режиме ожидания и регистрации не более 15 мин.;
- б) процент свободных стоек не превосходит 10%;
- в) вероятность того, что все регистрационные стойки свободны, не больше 0,17.

Форма контроля – контрольная работа по теме 3

Тема 4. Другие модели массового обслуживания. (2ч)

Студент изучает модели принятия решений в теории массового обслуживания. Модель со стоимостными характеристиками. Модель предпочтительного уровня обслуживания.

Задание (примерный вариант). Автомобили прибывают к пропускному пункту туннеля, где взимается плата за проезд, в соответствии с распределением Пуассона со средним 90 машин в час. Время прохождения пропускного пункта автомобилями является экспоненциально распределенной случайной величиной со средним 38 секунд. Водители жалуются на долгое время ожидания, и власти планируют сократить среднее время прохождения пропускного пункта до 30 секунд путем установки автоматического устройства для взимания транспортной пошлины, если только выполнены два условия: 1) среднее количество ожидающих автомобилей больше пяти при существующей системе взимания пошлины; 2) процент времени простоя нового устройства, устанавливаемого на пропускном пункте, не больше 10 процентов. Может ли быть оправдана установка нового устройства

Форма контроля – контрольная работа по теме 4.

Примерная тематика лабораторных занятий

Занятие № 1. Модели рождения и гибели (связь между экспоненциальным и пуассоновским распределениями): модель чистого рождения, модель чистой гибели. (2ч)

Занятие № 2. Стационарный и переходной режимы, состояние системы. Диаграммы интенсивности переходов. Ожидаемые интенсивности входного и выходного потоков. (2ч)

Занятие № 3. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания. (2ч)

Занятие № 4. Модель с одним сервисом без ограничения на длину очереди, распределение времени ожидания. (1ч)

Занятие № 5. Модель с одним сервисом с ограниченной вместимостью системы. (1ч)

Занятие № 6. Модели с параллельными сервисами: без ограничения на длину очереди и с ограниченной вместимостью системы. (2ч)

Занятие № 7. Модели самообслуживания. (2ч)

Занятие № 8. Модели принятия решений в теории массового обслуживания. Модель со стоимостными характеристиками. (2ч)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *метод учебной дискуссии*, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и согласования существующих позиций в определенной задаче.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний при решении задач, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по изучаемой теме;
- выполнение домашнего задания;

- работы, предусматривающие решение задач и выполнение упражнений;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- научно-исследовательские работы;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основные параметры работы системы массового обслуживания.
2. Различные свойства потоков заявок. Простейшие потоки.
3. Распределение числа заявок для простейших потоков.
4. Экспоненциальное распределение времени для простейших потоков.
5. Модели чистого рождения и чистой гибели. Специализированные системы массового обслуживания.
6. Стационарный и переходной режимы, состояние системы. Диаграммы интенсивности переходов. Ожидаемые интенсивности входного и выходного потоков.
7. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания.
8. Системы массового обслуживания с одним обслуживающим устройством и неограниченной емкостью системы.
9. Системы массового обслуживания с одним обслуживающим устройством и ограниченной емкостью системы.
10. Системы массового обслуживания с несколькими обслуживающими устройствами и неограниченной емкостью системы.
11. Системы массового обслуживания с несколькими обслуживающими устройствами и ограниченной емкостью системы.
12. Системы массового обслуживания с ограниченным источником.
13. Модели самообслуживания.
14. Формула Поллачека-Хинчина и условия ее применимости.
15. Модели принятия решений в теории массового обслуживания.
16. Модель со стоимостными характеристиками.
17. Модель предпочтительного уровня обслуживания.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Теория вероятностей и математическая статистика	Кафедра функционального анализа и аналитической экономики	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 13 от 22.05.2023)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
