

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

(Финансовый университет)

Кафедра

«Системный анализ в экономике»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
и методической работе

_____ Е.А. Каменева

«21» декабря 2022 г.

Звягин Л.С.

**ТЕОРИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»,
ОП «Прикладная математика и информатика»
профиль «Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах»

*Рекомендовано Ученым советом факультета
информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 27 от 15 декабря 2022 г.)*

*Одобрено кафедрой
«Системный анализ в экономике»
(протокол № 03 от 31 октября 2022 г.)*

Москва 2022

Содержание

1. Наименование дисциплины.....	3
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами обучения по дисциплине	3
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	5
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	21
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	27
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	29
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	30
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	30

1. Наименование дисциплины

Теория финансово-экономических систем массового обслуживания

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные индикаторами достижения компетенции
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных.	Знать: - современные информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных Уметь: – применять функционально-логическую методологию математики к анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.
		2. Осуществляет рациональный выбор программного продукта в зависимости от поставленной задачи.	Знать: - современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; Уметь: – пользоваться инструментарием при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных и для решения математических задач в области прикладной математики и информатики;
		3. Владеет навыками обеспечения информационно й безопасности автоматизированных систем.	Знать: технологии создания алгоритмов основных прикладных задач анализа и моделирования в экономической сфере, принципы выбора программного продукта в области информационной безопасности автоматизированных систем;

			Уметь: разрабатывать алгоритмы конкретных прикладных задач анализа и моделирования в сфере экономики и финансов и информационной безопасности автоматизированных систем;
ПКП-6	Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи. 2. Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов. 3. Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать: – принципы и особенности выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.; Уметь: - применять оптимизационные методы для решения прикладных задач в условиях неопределенности Знать: - методы использования средств эффективного решения задач в условиях необходимых для построения оптимизационных моделей; Уметь: - разрабатывать оптимизационные модели в области экономики и финансов с использованием средств эффективного решения задач в условиях неопределенности Знать: - методы решения оптимизационных задач в различных сферах экономики и финансов.; Уметь: - решать и реализовывать на практике оптимизационные задачи и их модели в области экономики и финансов

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория финансово-экономических систем массового обслуживания» относится к циклу профиля (элективный).

4. Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в 3 з/е и часах)	Семестр 6 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
<i>Контактная работа-Аудиторные занятия</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
Лекции	16	16
Семинары, практические занятия	34	34
Самостоятельная работа	58	58
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Марковские процессы

- 1.1. Марковский дискретный процесс с дискретным временем. Определение марковского случайного процесса. Свойство отсутствия последствия (отсутствия памяти). Дискретные процессы (процессы с дискретными состояниями). Граф состояний. Множество состояний без выхода. Множество состояний без входа. Эргодические системы. Сечение случайного процесса. Реализация случайного процесса. Примеры из финансово-экономической области. Процесс с дискретным временем.
- 1.2. Марковский дискретный процесс с непрерывным временем. Процесс с непрерывным временем. Вероятности состояний системы. Переходные вероятности (вероятности перехода, вероятности задержки). Нормировочное условие. Матрица переходных вероятностей. Однородная и неоднородная марковская цепь. Размеченный граф состояний. Примеры из финансово-экономической области. Стохастичность матрицы переходных вероятностей. Вычисление вектор-строки вероятностей состояний от k -го до $(k+1)$ -го шага. Финансово-экономические примеры.
- 1.3. Система дифференциальных уравнений Колмогорова. Плотности вероятностей перехода системы из состояния в состояние. Однородный и неоднородный марковский процесс. Система дифференциальных

уравнений Колмогорова для определения вероятностных функций состояний системы. Примеры из финансово-экономической области.

- 1.4. Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий. Однородные и неоднородные потоки событий. Регулярный поток событий. Поток без последствия. Ординарный поток событий. Стационарный поток событий. Пуассоновский поток событий. Простейший поток событий. Интенсивность потока. Сравнимость потоков событий. Случайное число событий в потоке, наступающих за определенный промежуток времени. Распределение Пуассона. Нестационарный пуассоновский поток. Примеры из финансово-экономической области.
- 1.5. Пуассоновский нестационарный поток событий. Основные стохастические характеристики нестационарного потока: случайное число событий, наступающих в потоке за определенный промежуток времени, начинающийся с определенного момента, и случайный интервал времени между двумя соседними событиями, первое из которых наступило в определенный момент времени. Примеры.
- 1.6. Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем. Теорема о равенстве плотности вероятности перехода системы из одного состояния в другое под воздействием пуассоновского потока интенсивности этого потока. Пуассоновские системы. Алгоритм исследования процесса. Примеры.
- 1.7. Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи. Предельный стационарный режим протекания процесса. Регулярная марковская цепь. Матричное уравнение, определяющее предельный стационарный вектор вероятностей состояний. Примеры из финансово-экономической области.
- 1.8. Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем. Условия существования предельных вероятностей. Система линейных алгебраических уравнений для вычисления предельных вероятностей состояний и правила ее составления по размеченному графу состояний системы и по матрице плотностей вероятностей переходов системы из состояния в состояние. Примеры из финансово-экономической области.
- 1.9. Процесс «Гибели и размножения». Характеристический признак графа состояний системы, в которой протекает процесс «гибели и размножения». Выражение предельных вероятностей через средние времена безотказной работы и

восстановления узлов системы. Примеры из финансово-экономической области.

- 1.10 Процесс «Гибели и размножения» с n узлами. Простейший поток “отказов”. Простейший поток “восстановлений”. Размеченный граф состояний системы, в которой протекает процесс гибели и размножения с n узлами. Формулы, выражающие финальные вероятности состояний системы через плотности вероятностей ее переходов из состояния в состояние, и через средние времена безотказной работы и ремонта узлов.

Раздел 2. Системы массового обслуживания

- 2.1. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в финансово-экономической сфере. Определение систем массового обслуживания (СМО). Структура СМО. Классификация показателей характеристик эффективности функционирования СМО. Марковские СМО. Классификация СМО по числу каналов, по дисциплине обслуживания, по схеме обслуживания заявок из очереди, по ограничению потока заявок, по количеству этапов обслуживания. Примеры из финансово-экономической области.
- 2.2. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО). Марковские и немарковские СМО. Одноканальные и многоканальные СМО. СМО с отказами (нулевым ожиданием или явными потерями). СМО с ожиданием (неограниченным ожиданием или очередью). СМО смешанного типа (ограниченным ожиданием). Замкнутые и открытые СМО. Однофазные и многофазные СМО. Примеры.
- 2.3. Многоканальная СМО с отказами. Параметры и характеристики функционирования СМО. Формулы Эрланга для вычислений предельных вероятностей состояний. Вероятность отказа. Абсолютная и относительная пропускные способности СМО. Расчетные формулы. Примеры из финансово-экономической области.
- 2.4. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Параметры и характеристики функционирования. Предельные вероятности состояний СМО. Вероятность отказа заявке. Относительная и абсолютная пропускные способности СМО. Средние числа занятых каналов, заявок в очереди, заявок в СМО. Расчетные формулы для многоканальной и одноканальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Примеры из финансово-экономической области.
- 2.5. Многоканальная СМО с ожиданием. Параметры и характеристики функционирования. Условие существования предельного стационарного режима. Вероятности состояний СМО. Расчетные формулы для многоканальной СМО с

ожиданием. Примеры из финансово-экономической области.

- 2.6. Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время пребывания в очереди.

Параметры и характеристики функционирования. Размеченный граф состояний СМО. Поток уходов заявки из очереди. Приведенная интенсивность потока уходов. Вероятности состояний СМО. Относительная и абсолютная пропускные способности СМО. Вероятности того, что заявка будет обслужена, и ухода заявки из очереди необслуженной. Средние времена ожидания заявки в очереди, пребывания заявки в СМО, обслуживания одной заявки. Расчетные формулы для многоканальной СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания в очереди. Примеры из финансово-экономической области.

- 2.7. Замкнутая многоканальная СМО.

Активные и пассивные состояния источников заявок. Размеченный граф состояний СМО. Предельные вероятности состояний СМО. Среднее число заявок в системе. Среднее число заявок в очереди. Средняя интенсивность среднего суммарного входящего потока заявок. Коэффициент готовности. Среднее время ожидания заявки в очереди. Среднее время обслуживания заявки. Расчетные формулы для многоканальной замкнутых СМО. Примеры из финансово-экономической области. Место источников поступающих заявок. Принцип нумерации состояний СМО. Размеченный граф состояний СМО. Формулы для вычисления вероятностей состояний СМО. Характеристики СМО и формулы их вычислений. Примеры.

5.2. Учебно - тематический план

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практическ ие занятия		
Раздел 1. Марковские процессы							
1.1.	Марковский дискретный процесс с дискретным временем.	10	3	1	2	7	Дискуссия, Обсуждение
1.2.	Марковский дискретный процесс с непрерывным временем	6	3	1	2	3	
1.3.	Система дифференциальных	6	3	1	2	3	Решение ситуационн

	уравнений Колмогорова.						ых задач
1.4.	Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.	6	3	1	2	3	Дискуссия, обсуждение
1.5.	Пуассоновский нестационарный поток событий.	6	3	1	2	3	
1.6.	Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.	6	3	1	2	3	
1.7.	Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи.	6	3	1	2	3	Дискуссия, Обсуждение
1.8.	Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем.	6	3	1	2	3	Решение ситуационных задач
1.9.	Процесс «Гибели и размножении».	6	3	1	2	3	
1.10	Процесс «Гибели и размножении» с n узлами.	6	3	1	2	3	Дискуссия, обсуждение
Раздел 2. Системы массового обслуживания							
2.1.	Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в финансово-экономической сфере.	6	3	1	2	3	Дискуссия, Обсуждение
2.2.	Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).	6	3	1	2	3	
2.3.	Многоканальная СМО с отказами.	6	3	1	2	3	Решение ситуационных задач
2.4.	Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.	6	3	1	2	3	
2.5.	Многоканальная СМО с ожиданием.	8	2	-	2	6	Дискуссия, обсуждение
2.6.	Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время пребывания в очереди.	6	3	1	2	3	
2.7.	Замкнутая многоканальная СМО.	6	3	1	2	3	Дискуссия, Обсуждение

В целом по дисциплине	108	50	16	34	58	Согласно учебному плану: Контрольная работа
Итого в %	100	46	32	68	54	

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Марковский дискретный процесс с дискретным временем.	<i>Марковский дискретный процесс.</i> Определение марковского случайного процесса. Свойство отсутствия последствия (отсутствия памяти). Дискретные процессы (процессы с дискретными состояниями). Граф состояний. Рекомендуемые источники: 8. [1-2, 4-6]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Марковский дискретный процесс с непрерывным временем	<i>Дискретный марковский процесс с дискретным временем. Марковская однородная цепь.</i> Процесс с дискретным временем. Процесс с непрерывным временем. Вероятности состояний системы. Переходные вероятности (вероятности перехода, вероятности задержки). Нормировочное условие. Рекомендуемые источники: 8. [1-2, 5, 6]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Система дифференциальных уравнений Колмогорова.	<i>Марковская неоднородная цепь.</i> Стохастичность матрицы переходных вероятностей. Вычисление вектор-строки вероятностей состояний от k -го до $(k+1)$ -го шага. Финансово-экономические примеры. Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.	<i>Дискретный марковский процесс с непрерывным временем. Система дифференциальных уравнений Колмогорова.</i> Плотности вероятностей перехода системы из состояния в состояние. Однородный и неоднородный марковский процесс. Рекомендуемые источники: 8. [1-2, 3]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Пуассоновский нестационарный поток событий.	<i>Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.</i> Однородные и неоднородные потоки событий. Регулярный поток событий.	Решение и реализация практических задач

	Поток без последствия. Ординарный поток событий. Стационарный поток событий. Пуассоновский поток событий. Простейший поток событий. Интенсивность потока. Сравнимость потоков событий. [2,5] Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	
Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.	<i>Пуассоновский нестационарный поток событий.</i> Основные стохастические характеристики нестационарного потока: случайное число событий, наступающих в потоке за определенный промежуток времени, начинающийся с определенного момента. Рекомендуемые источники: 8. [1-8]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи.	<i>Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.</i> Теорема о равенстве плотности вероятности перехода системы из одного состояния в другое под воздействием пуассоновского потока интенсивности этого потока. Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем.	<i>Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи.</i> Предельный стационарный режим протекания процесса. Регулярная марковская цепь. Рекомендуемые источники: 8. [1-2, 4-8]; 9 [1-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Процесс «Гибели и размножения».	<i>Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем.</i> Условия существования предельных вероятностей. Система линейных алгебраических уравнений для вычисления предельных вероятностей состояний и правила ее составления по размеченному графу состояний системы и по матрице плотностей вероятностей переходов системы из состояния в состояние. Рекомендуемые источники: 8. [1-8]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Процесс «Гибели и размножения» с n узлами.	<i>Процесс “гибели и размножения”.</i> Характеристический признак графа состояний системы, в которой протекает процесс “гибели и размножения”. Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.

Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в финансово-экономической сфере.	<i>Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в экономической сфере.</i> Определение систем массового обслуживания (СМО). Структура СМО. Классификация показателей характеристик эффективности функционирования СМО. Марковские СМО. Рекомендуемые источники: 8. [1-8]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).	<i>Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).</i> Марковские и немарковские СМО. Одноканальные и многоканальные СМО. СМО с отказами (нулевым ожиданием или явными потерями). СМО с ожиданием (неограниченным ожиданием или очередью). СМО смешанного типа (ограниченным ожиданием). [2,5,8,9] Рекомендуемые источники: 8. [1-2]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Многоканальная СМО с отказами.	<i>Многоканальная СМО с отказами.</i> Параметры и характеристики функционирования СМО. Формулы Эрланга для вычислений предельных вероятностей состояний. Вероятность отказа. Рекомендуемые источники: 8. [1-2, 4, 5]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.	<i>Одноканальная СМО с отказами.</i> Входящий поток заявок и его интенсивность. Относительная абсолютная пропускная способности СМО. Среднее время пребывания заявки в системе. Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Многоканальная СМО с ожиданием.	<i>Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.</i> Параметры и характеристики функционирования. Предельные вероятности состояний СМО. Вероятность отказа заявке. Относительная и абсолютная пропускные способности СМО. Средние числа занятых каналов, заявок в очереди, заявок в СМО. Рекомендуемые источники: 8. [1-4]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного характера.
Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время пребывания в очереди.	<i>Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.</i> Финальные средние характеристики эффективности функционирования СМО. Рекомендуемые источники: 8. [1-8]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач
Замкнутая многоканальная СМО.	<i>Одноканальная СМО с ожиданием.</i> Размеченный граф состояний СМО. Рекомендуемые источники: 8. [1-8]; 9 [3-11]	Решение и реализация практических задач по теме семинара. Обсуждение подготовленных при СРС моделей прикладного

		характера.
--	--	------------

6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

№	Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
1.1.	Марковский дискретный процесс с дискретным временем.	Множество состояний без выхода. Множество состояний без входа. Эргодические системы. Сечение случайного процесса. Реализация случайного процесса. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.2.	Марковский дискретный процесс с непрерывным временем	Матрица переходных вероятностей. Однородная и неоднородная марковская цепь. Размеченный граф состояний. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.3.	Система дифференциальных уравнений Колмогорова.	Система дифференциальных уравнений Колмогорова для определения вероятностных функций состояний системы. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка к занятиям, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.4.	Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.	Случайное число событий в потоке, наступающих за определенный промежуток времени.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.5.	Пуассоновский нестационарный поток событий.	Распределение Пуассона. Нестационарный пуассоновский поток. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.6.	Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.	Случайный интервал времени между двумя соседними событиями, первое из которых наступило в определенный момент времени. Примеры.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.7.	Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи.	Пуассоновские системы. Алгоритм исследования процесса. Примеры.	Подготовка к занятиям, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.8.	Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает	Матричное уравнение, определяющее предельный стационарный вектор	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных

№	Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
	дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем.	вероятностей состояний. Примеры из финансово-экономической области.	источников (книг, статей на данную тематику)
1.9.	Процесс «Гибели и размножения».	Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
1.10	Процесс «Гибели и размножения» с n узлами.	Выражение предельных вероятностей через средние времена безотказной работы и восстановления узлов системы. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.1.	Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в финансово-экономической сфере.	Классификация СМО по числу каналов, по дисциплине обслуживания, по схеме обслуживания заявок из очереди, по ограничению потока заявок, по количеству этапов обслуживания. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.2.	Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).	Замкнутые и открытые СМО. Однофазные и многофазные СМО. Примеры.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.3.	Многоканальная СМО с отказами.	Абсолютная и относительная пропускные способности СМО. Расчетные формулы. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.4.	Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.	Предельные характеристики СМО. Расчетные формулы. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка к занятиям, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.5.	Многоканальная СМО с ожиданием.	Расчетные формулы для многоканальной и одноканальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Примеры из финансово-экономической области.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.6.	Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время пребывания в очереди.	Формула Литтла.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)
2.7.	Замкнутая многоканальная СМО.	Относительная и абсолютная пропускные способности СМО.	Подготовка сообщения на занятие, анализ литературных источников (книг, статей на данную тематику)

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные вопросы и задания к контрольной работе

1. Использование теории массового обслуживания для оптимизации некоторых задач добровольного медицинского страхования.
2. Использование марковского дискретного процесса с дискретным временем при стохастическом моделировании экономических систем.
3. Применение марковских цепей для прогнозирования демографической ситуации в мире.
4. Марковский дискретный процесс с непрерывным временем и его использование в моделировании финансово-экономических систем.
5. Составление и решение системы дифференциальных уравнений Колмогорова.
6. Моделирование анализа жизненного цикла товара с помощью марковских процессов.
7. Вероятности состояний системы, в которой протекает случайный процесс с непрерывным временем.
8. Марковские процессы в моделировании работы подвижного состава.
9. Пуассоновский нестационарный поток событий и его характеристики.
10. Потоки Пальма и Эрланга.
11. Предельный стационарный режим протекания случайного процесса и предельные вероятности состояний системы в стохастическом прогнозировании.
12. Использование марковских процессов для обобщения модели движения населения.
13. Процесс гибели и размножения и его практическое применение.
14. Анализ экономических циклов с помощью математической модели марковского процесса гибели и размножения.
15. Циклические и ветвящиеся циклические процессы.

16. Метод псевдосостояний приближенной замены немарковских процессов марковскими. Примеры из финансово-экономической области.
17. Марковское моделирование эффективности многостороннего торга.
18. Обратные задачи для марковских моделей.
19. Характеристики и классификация моделей массового обслуживания.
20. Системы массового обслуживания в коммерческой деятельности.
21. Анализ системы массового обслуживания коммерческого предприятия.
22. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло.
23. Многоканальная система массового обслуживания с отказами и взаимопомощью между каналами типа «все как один».
24. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием, ограничением на длину очереди и взаимопомощью между каналами типа «все как один».
25. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один».
26. Многоканальная система массового обслуживания с отказами и «равномерной» взаимопомощью между каналами.
27. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием, ограничением на длину очереди и «равномерной» взаимопомощью между каналами.
28. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием и «равномерной» взаимопомощью между каналами.
29. Использование теории массового обслуживания в моделировании определения брокером объема резервируемых ресурсов для маржинального кредитования.
30. Анализ политики ценообразования при разработке системы массового обслуживания.

Примеры вариантов контрольной работы

1.	1.Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они предназначены? 2.В чем стоит цель, предмет задачи теории СМО? 3.Какие блоки включает схема СМО? 4.Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО? 5.Случайный процесс какого типа протекает в СМО?
2	1.Какой процесс называется случайным? Приведите примеры. 2.Какой СП называется марковским? 3.Что представляет собой граф состояний системы? 4.Какие СП называются дискретными? 5.Какие СП называются непрерывными? 6.Дайте определение состояния без выхода, без входа. 7.Какая система называется эргодической?
3.	1.Дайте определение СП с дискретным и непрерывным временем. 2.Что называется Марковской цепью? 3.Что собой представляют вероятности состояний? 4.Какая Марковская цепь называется однородной (неоднородной)?
4.	1.Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем. 2.Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние? 3.Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем. 4.Определите размеченный граф состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.
5.	1.Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем? 2.Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы? 3.Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
6.	На какие классы делятся СМО в зависимости от:

	1) характера потоков; 2) числа каналов; 3) дисциплины обслуживания; 4) ограничения потока заявок; 5) количества этапов обслуживания.
7.	1. Кто впервые занимался исследованием многоканальных СМО с отказами? 2. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами? 3. Что понимается под «потоком обслуживаний» заявок? 4. Как выглядит размеченный граф для многоканальной СМО с отказами? 5. Какие вероятности состояний СМО называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют? 6. Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя? 7. Перечислите основные предельные характеристики эффективности функционирования n -канальной СМО с отказами.
8.	1. Чему равно число состояний n -канальной СМО с числом мест в очереди равным m ? 2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n -канальной СМО с числом мест в очереди равным m . 3. С вероятностью какого состояния совпадает вероятность отказа? 4. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для n -канальной СМО с числом мест в очереди равным m .
9.	1. Чему равно число состояний n -канальной СМО с ожиданием? 2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n -канальной СМО с ожиданием. 3. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для n -канальной СМО с ожиданием. 4. Чему равны абсолютная и относительная пропускные способности n -канальной СМО с ожиданием? 5. С какими характеристиками эффективности n -канальной СМО с ожиданием совпадает среднее число занятых каналов данной системы? 6. Как связаны между собой временные характеристики «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся ко всем заявкам» и «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся только к обслуженным заявкам» для n -канальной СМО с ожиданием?
10.	1. Чему равно число состояний для n -канальной СМО с ограничением на время ожидания?

	2.Нарисуйте размеченный граф состояний для п-канальной СМО с ограничением на время ожидания. 3.Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для п-канальной СМО с ограничением на время ожидания. 4.Какой поток действует на п-канальную СМО с ограничением на время ожидания в состоянии с очередью? 5.Что показывает приведенная интенсивность потока уходов? 6.Чему равны вероятности принятия в систему и отказа для п-канальной СМО с ограничением на время ожидания?
11.	1.Кто впервые дал полный анализ замкнутых систем? 2.Чему равно число состояний замкнутой п-канальной СМО? 3.Нарисуйте размеченный граф состояний для замкнутой п-канальной СМО. 4.Сформулируйте условие существования финальных вероятностей замкнутой п-канальной СМО. 5.Перечислите отличия замкнутых СМО от разомкнутых. 6.В каком случае интенсивность входящего потока заявок существенно зависит от состояний замкнутой п-канальной СМО? 7.Что понимается под активным и пассивным состояниями источника заявок? 8.Справедливы ли формулы Литтла для систем Энгсета?
12.	1.Нарисуйте размеченный граф состояний для п-канальной СМО с отказами и взаимопомощью между каналами типа «все как один». 2.Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для п-канальной СМО с отказами?
13.	1.Нарисуйте размеченный граф состояний для п-канальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и взаимопомощью между каналами типа «все как один». 2.СМО какого типа имеет такой же граф состояний? 3.Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для п-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди?
14.	1.Нарисуйте размеченный граф состояний для п-канальной СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один». 2.СМО какого типа имеет такой же граф состояний? 3.Сформулируйте условие существования финальных вероятностей п-канальной СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один».

	4.Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием?
15.	1.Как организована «равномерная» взаимопомощь между каналами? 2.Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с отказами и «равномерной» взаимопомощью между каналами. 3.СМО какого типа имеет такой же граф состояний? 4.Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с отказами?
16.	1.Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и «равномерной» взаимопомощью между каналами. 2.СМО какого типа имеет такой же граф состояний? 3.Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди? 4.Сравните влияние «равномерной» взаимопомощи между каналами с взаимопомощью по типу «все как один» на характеристики эффективности n-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.
17.	1.Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием и «равномерной» взаимопомощью между каналами. 2.СМО какого типа имеет такой же граф состояний? 3.Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием? 4.Сравните влияние «равномерной» взаимопомощи между каналами с взаимопомощью по типу «все как один» на характеристики эффективности n-канальной СМО с ожиданием.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и

планируемых результатов обучения по дисциплине».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных.	Знать: - современные информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных Уметь: — применять функционально-логическую методологию математики к анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.	Задание Интенсивность потока телефонных звонков в агентство по заказу железнодорожных билетов, имеющему один телефон, составляет 16 вызовов в час. Продолжительность оформления заказа на билет равна 2.4 минуты. Определить относительную и абсолютную пропускную способность этой СМО и вероятность отказа (занятости телефона). Сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.
	2. Осуществляет рациональный выбор программного продукта в зависимости от поставленной задачи.	Знать: - современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; Уметь: — пользоваться инструментарием при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных и для решения	Задание Система массового обслуживания — билетная касса с одним окошком и неограниченной очередью. Касса продает билеты в пункты А и В. Пассажиры, желающих купить билет в пункт А, приходят в среднем трое за 20 мин, в пункт В — двое за 20 мин. Поток пассажиров простейший. Кассир в среднем обслуживает трех пассажиров за 10 мин. Время обслуживания — показательное. Вычислить финальные вероятности P_0 , P_2 , P_3 , среднее число заявок в системе и в очереди,

		математических задач в области прикладной математики и информатики;	среднее время пребывания заявки в системе, среднее время пребывания заявки в очереди.
	3. Владеет навыками обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем.	Знать: технологии создания алгоритмов основных прикладных задач анализа и моделирования в экономической сфере, принципы выбора программного продукта в области информационной безопасности автоматизированных систем; Уметь: разрабатывать алгоритмы конкретных прикладных задач анализа и моделирования в сфере экономики и финансов и информационной безопасности автоматизированных систем;	Задание Междугородный переговорный пункт имеет четыре телефонных аппарата. В среднем за сутки поступает 320 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров составляет 5 мин. Длина очереди не должна превышать 6 абонентов. Поток заявок и обслуживаний простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди, среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).
ПКП-6 Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.	Знать: – принципы и особенности выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.; Уметь: - применять оптимизационные методы для решения прикладных задач в условиях неопределенности	Задание Приходная касса городского района с временем работы А часов в день проводит прием от населения коммунальных услуг и различных платежей в среднем от В человек в день. В приходной кассе работают С операторов-касси́ров. Средняя продолжительность обслуживания одного клиента составляет D мин. Определить характеристики работы приходной кассы как объекта СМО.

	2.Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов.	Знать: - методы использования средств эффективного решения задач в условиях необходимых для построения оптимизационных моделей; Уметь: - разрабатывать оптимизационные модели в области экономики и финансов с использованием средств эффективного решения задач в условиях неопределенности	Задание На АЗС установлено А колонок для выдачи бензина. Около станции находится площадка на В автомашин для ожидания заправки. На станцию прибывает в среднем С маш./ч. Среднее время заправки одной автомашины — D мин. Определить вероятность отказа и среднюю длину очереди.
	3.Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать: - методы решения оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.; Уметь: - решать и реализовывать на практике оптимизационные задачи и их модели в области экономики и финансов	Задание Контроль готовой продукции фирмы осуществляют А контролеров. Если изделие поступает на контроль, когда все контролеры заняты проверкой готовых изделий, то оно остается непроверенным. Среднее число изделий, выпускаемых фирмой, составляет В изд./ ч. Среднее время на проверку одного изделия — С мин. Определить вероятность того, что изделие пройдет проверку, насколько загружены контролеры и сколько их необходимо поставить, чтобы $P_{*обс} \geq D$.

Теоретические вопросы для подготовки к зачету

1. Определение марковского случайного процесса. Свойство отсутствия последействия (отсутствия памяти).

2. Дискретные процессы (процессы с дискретными состояниями). Граф состояний. Множество состояний без выхода. Множество состояний без входа.
3. Эргодические системы. Сечение случайного процесса.
4. Реализация случайного процесса.
5. Дискретный марковский процесс с дискретным временем. Марковская однородная цепь.
6. Процесс с дискретным временем. Процесс с непрерывным временем. Вероятности состояний системы. Переходные вероятности (вероятности перехода, вероятности задержки).
7. Нормировочное условие. Матрица переходных вероятностей.
8. Однородная и неоднородная марковская цепь. Размеченный граф состояний.
9. Марковская неоднородная цепь.
10. Стохастичность матрицы переходных вероятностей.
11. Вычисление вектор-строки вероятностей состояний от k -го до $(k+1)$ -го шага.
12. Система дифференциальных уравнений Колмогорова.
13. Плотности вероятностей перехода системы из состояния в состояние. Однородный и неоднородный марковский процесс.
14. Система дифференциальных уравнений Колмогорова для определения вероятностных функций состояний системы.
15. Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий. Однородные и неоднородные потоки событий. Регулярный поток событий.
16. Поток без последствия. Ординарный поток событий. Стационарный поток событий.
17. Пуассоновский поток событий.
18. Простейший поток событий.
19. Интенсивность потока. Сравнимость потоков событий.

- 20.Случайное число событий в потоке, наступающих за определенный промежуток времени.
- 21.Распределение Пуассона. Нестационарный пуассоновский поток.
- 22.Пуассоновский нестационарный поток событий.
- 23.Основные стохастические характеристики нестационарного потока: случайное число событий, наступающих в потоке за определенный промежуток времени
- 24.Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.
- 25.Теорема о равенстве плотности вероятности перехода системы из одного состояния в другое под воздействием пуассоновского потока интенсивности этого потока.
- 26.Пуассоновские системы. Алгоритм исследования процесса.
- 27.Предельные (финальные) вероятности состояний однородной марковской цепи.
- 28.Предельный стационарный режим протекания процесса.
- 29.Регулярная марковская цепь.
- 30.Матричное уравнение, определяющее предельный стационарный вектор вероятностей состояний.
- 31.Предельные вероятности состояний системы, в которой протекает дискретный однородный марковский процесс с непрерывным временем. Условия существования предельных вероятностей.
- 32.Система линейных алгебраических уравнений для вычисления предельных вероятностей состояний и правила ее составления
- 33.Процесс “гибели и размножения”.
- 34.Характеристический признак графа состояний системы, в которой протекает процесс “гибели и размножения”.
- 35.Выражение предельных вероятностей через средние времена безотказной работы и восстановления узлов системы.

36. Процесс “гибели и размножения” с п “узлами”.
37. Формулы, выражающие финальные вероятности состояний системы через плотности вероятностей ее переходов из состояния в состояние
38. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания в экономической сфере.
39. Определение систем массового обслуживания (СМО).
40. Классификация показателей характеристик эффективности функционирования СМО.
41. Марковские СМО. Классификация СМО по числу каналов, по дисциплине обслуживания, по схеме обслуживания заявок из очереди, по ограничению потока заявок, по количеству этапов обслуживания.
42. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).
43. Марковские и немарковские СМО. Одноканальные и многоканальные СМО.
44. СМО с отказами (нулевым ожиданием или явными потерями). СМО с ожиданием (неограниченным ожиданием или очередью).
45. СМО смешанного типа (ограниченным ожиданием).
46. Замкнутые и открытые СМО.
47. Однофазные и многофазные СМО.
48. Многоканальная СМО с отказами.
49. Параметры и характеристики функционирования СМО
50. Формулы Эрланга для вычислений предельных вероятностей состояний. Вероятность отказа.
51. Абсолютная и относительная пропускные способности СМО. Расчетные формулы.
52. Одноканальная СМО с отказами. Входящий поток заявок и его интенсивность.
53. Относительная абсолютная пропускная способности СМО. Среднее время пребывания заявки в системе

54. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.
55. Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.
Финальные средние характеристики эффективности функционирования СМО. Формула Литтла.
56. Одноканальная СМО с ожиданием. Размеченный граф состояний СМО.
Относительная и абсолютная пропускные способности СМО.
57. Многоканальная СМО с ожиданием.
58. Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания в очереди.
59. Одноканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания в очереди
60. Замкнутая одноканальная и многоканальная СМО.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а) основная:

1. Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер [и др.]; Финуниверситет ; под ред. Н. Ш. Кремера. - Москва: Юрайт, 2014, 2016. - 438 с. - Текст: непосредственный. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404> (дата обращения: 12.12.2022). - Текст: электронный.
2. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учебное пособие для студентов вузов / И. В. Орлова, В. А. Половников; Финуниверситет. - Москва: Вузовский учебник, 2019. - 389 с. - ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021491> (дата обращения: 12.12.2022). - Текст : электронный.

б) дополнительная

4. Основы математического моделирования социально-экономических процессов. Практикум. Ч. 1 = Fundamentals of mathematical modelling of socio-economic processes: Учебное пособие / И.В. Орлова [и др.]. - Москва : Финуниверситет, 2016. - 120 с. – Текст : непосредственный. - То же. - ЭБ Финуниверситета. - URL: <http://elib.fa.ru/rbook/rytykov.pdf> (дата обращения 12.12.2022). - Текст : электронный.

5. Основы математического моделирования социально-экономических процессов. Практикум. Ч. 2 = Fundamentals of mathematical modelling of socio-economic processes: учебное пособие / И. В. Орлова [и др.]; Финуниверситет; под ред. С. А. Рытикова. - Москва: Финуниверситет, 2016. - 132 с. – Текст : непосредственный. - То же. - ЭБ Финуниверситета. – URL: http://elib.fa.ru/rbook/orlova_4233.pdf (дата обращения 12.12.2022). - Текст : электронный.

6. Лабскер, Л. Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области: учебное пособие/ Л. Г. Лабскер. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 172 с. – ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1228815> (дата обращения: 12.12.2022). - Текст : электронный.

7. Логинов В. Н. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие / В. Н. Логинов. — Москва: КноРус, 2019. — 224 с. — ЭБС BOOK.ru. - URL: <https://www.book.ru/book/932934> (дата обращения: 12.12.2022). - Текст : электронный.

8. Лабскер, Л. Г. Теория игр в экономике (практикум с решениями задач) : учебное пособие / Л. Г. Лабскер, Н. А. Ященко; под ред. Л. Г. Лабскера. – Москва : Кнорус, 2017. - 264 с. – Текст : непосредственный. - То же. - 2022. - ЭБС BOOK.ru. - URL: <https://book.ru/book/942828> (дата обращения: 12.12.2022). — Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Образовательный портал Финансового университета.
2. Сайт департамента Анализа данных, принятия решений и финансовых технологий ФУ.
3. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/> (<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)
4. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
7. «Деловая онлайн библиотека» издательства «Альпина Паблишер» <http://lib.alpinadigital.ru/en/library>
8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
9. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
11. Электронная коллекция книг издательства Springer: Springer eBooks <http://link.springer.com/> тематические книжные коллекции:
 -Business and Economics eBooks 2013; Mathematics and Statistic eBooks 2013; Humanities, Social Science&Law eBooks 2013
 -Business and Economics eBooks 2014; Mathematics and Statistic eBooks 2014
 -Business and Economics eBooks 2015; Mathematics and Statistic eBooks 2015

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов проходит аудиторно и внеаудиторно. Организации самостоятельной работы служит учебно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельного изучения.

Домашние задания следует выполнять регулярно при подготовке к практическим занятиям. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий в процессе выборочного собеседования.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

1. Контрольная работа представляет собой работу исследовательского характера.

2. Цель написания контрольной работы – выработка у студентов опыта самостоятельного получения углубленных знаний по одной из проблем (тем) курса.

3. Примерный перечень тем контрольных работ содержится в рабочей программе дисциплины (модуля). Контрольная работа выполняется под методическим руководством преподавателя, ведущего семинарские (практические) занятия.

4. Контрольная работа студента должно включать:

- описание актуальности темы, цели и задач работы;
- круг рассматриваемых проблем, варианты и методы их решения;
- результаты анализа используемого материала, их интерпретация и общие выводы.

5. При выполнении контрольной работы используются современные информационные средства поиска, обработки и анализа материала, базы данных.

6. Объем контрольной работы - не более 10 страниц.

7. Оценка контрольной работы осуществляется в процессе текущего контроля успеваемости студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11. 1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Windows, Microsoft Office.
2. Антивирус Kaspersky

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-правовая система «Гарант»
2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»
3. Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>
4. Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» - <http://www.skrin.ru/>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

- не используются

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийными комплексами, компьютерными классами с выходом в Интернет.