Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ
Декан
А.В. Фомина
«08» февраля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

К.М.07.06 Случайные процессы и имитационное моделирование

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Новокузнецк 2024

Оглавление

1 Цель дисциплины. 3

Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки 3

Место дисциплины....3

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации. 3

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. 4

3.1 Учебно-тематический план 4

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. 4

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. 5

5.1 Учебная литература 5

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины....5

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....6

6 Иные сведения и (или) материалы....6

6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации 6

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): ОПК-3.

Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Применяет типовые математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3.2 Адаптирует математические модели к конкретным профессиональным задачам ОПК-3.3 Производит модификации математических моделей	**Знать:** - математические методы моделирования по тематике выполняемых научно-исследовательских прикладных задач или опытно-конструкторских работ. **Уметь**: - разрабатывать модель развития случайного процесса, определять его влияние на систему; - строить физические и математические модели реально функционирующих систем и описывать их эволюцию в терминах случайных процессов. **Владеть**: - методами анализа и моделирования случайных процессов; - навыками построения моделирующих алгоритмов при проектировании и разработке программных продуктов.

Место дисциплины

Дисциплина включена в модуль «Математическое моделирование в задачах профессиональной деятельности» ОПОП ВО. Дисциплина осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ОФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	72
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	50
Аудиторная работа (всего):	50
в том числе:	
лекции	18
практические занятия	32
в интерактивной форме	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	22
4 Промежуточная аттестация обучающегося - зачет	

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО				
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
Семестр 4							
1	***1. Потоки событий***	**8**	**2**	**2**		**4**	Контрольная работа №1
	2. Случайные процессы	**24**	**8**	**10**		**6**	
2	2.1 Случайный процесс и его характеристики	5	2	2		1	Тест
3	2.2 Выбросы случайных процессов	5	2	2		1	
4	2.3 Нестационарный случайный процесс (временной ряд)	6	2	2		2	Контрольная работа №2
5	2.4 Марковский случайный процесс	8	2	4		2	Контрольная работа №3
	3. Системы массового обслуживания	**16**	**2**	**8**		**6**	
6	3.1 Одноканальная СМО	7	1	4		2	Контрольная работа №4
7	3.2 Многоканальная СМО	9	1	4		4	Контрольная работа №5
	4. Имитационное моделирование	**24**	**6**	**12**		**6**	
8	4.1 Моделирование процессов в GPSS	8	2	4		2	Индивидуальное задание №1
9	4.2 Моделирование процессов в BP Simulator	8	2	4		2	Индивидуальное задание №2
10	4.3 Моделирование в AnyLogic	8	2	4		2	Индивидуальное задание №3
	Промежуточная аттестация						зачет
ИТОГО по семестру 4		**72**	**18**	**32**		**22**	

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС) в 4 семестре

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	**80**	Контрольные работы (5 работ)	**Контрольная работа** *(№1-6)* **Баллы за КР:** **5 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий) **7 баллов** (выполнено 66 - 85% заданий) **9 баллов** (выполнено 86 - 100% заданий)	25-45
		Тест	**Баллы:** **1 балл** (выполнено 51 - 65% заданий) **3 балла** (выполнено 66 - 85% заданий)	1-5

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
			5 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	
		Индивидуальное задание (3 задания)	**Индивидуальное задание** *(№1-3)* **Баллы:** **5 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий) **8 баллов** (выполнено 66 - 85% заданий) **10 баллов** (выполнено 86 - 100% заданий)	15-30
Итого по текущей работе в семестре				41 - 80
Промежуточная аттестация (зачет)	20	Решение задачи 1.	**5 баллов** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 2.	**5 баллов** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
Итого по промежуточной аттестации (зачету)				10 – 20 б.
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				51 – 100 б.

В промежуточной аттестации оценка выставляется в ведомость в 100-балльной шкале и в буквенном эквиваленте (таблица 5)

Таблица 5 – Соотнесение 100-балльной шкалы и буквенного эквивалента оценки

Сумма набранных баллов	Уровни освоения дисциплины и компетенций	*Экзамен*		*Зачет*
		Оценка	*Буквенный эквивалент*	*Буквенный эквивалент*
86 - 100	Продвинутый	5	отлично	Зачтено
66 - 85	Повышенный	4	хорошо	
51 - 65	Пороговый	3	удовлетворительно	
0 - 50	Первый	2	неудовлетворительно	Не зачтено

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

Кобелев, Н.Б. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2013. – 368 с. – ISBN 978-5-905554-17-9. – URL: https://new.znanium.com/read?pid=361397

Дополнительная учебная литература

Бородин, А.Н. Случайные процессы : Учебник / А.Н. Бородин - Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2013. – 640 с.- ISBN 978-5-8114-1526-7. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/12935/#2

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

404 Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации. **Специализированная (учебная) мебель**: доска меловая, кафедра, столы, стулья. **Оборудование:** *переносное* - ноутбук, экран, проектор. **Используемое программное обеспечение:** MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice	Учебный корпус №4. 654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-

(свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). **Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.**	кт Металлургов, д. 19
508 Лаборатория компьютерного моделирования. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа; - занятий лабораторного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации. **Специализированная (учебная) мебель**: доска меловая, кафедра, столы, стулья. **Оборудование для презентации учебного материала**: *стационарное* - компьютер преподавателя, проектор, экран. **Лабораторное оборудование**: *стационарное* – компьютеры для обучающихся (18 шт.). **Используемое программное обеспечение:** MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9A1487712), Scilab(свободно распространяемое ПО), SWI-Prolog (свободно распространяемое ПО), GPSSWorldStudentEdition (учебная версия), PSPP (свободно распространяемое ПО), T-FlexCAD (отечественное ПО, учебная версия), 3dsMaxDesign (Коробочная лицензия №0730450), MicrosoftVisualStudio (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМРот 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), Интерпретатор "Ядро" (лицензионный договор №1 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.); Среда функционально-объектного программирования "Алгозит" (лицензионный договор №2 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.), Среда статистических вычислений Rv.4.0.2 (свободно распространяемое ПО). **Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.**	Учебный корпус №4. 654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

CITForum.ru - on-line библиотека свободно доступных материалов по информационным технологиям на русском языке - http://citforum.ru

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты - www.elibrary.ru

База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике), режим доступа :https://www.sciencedirect.com

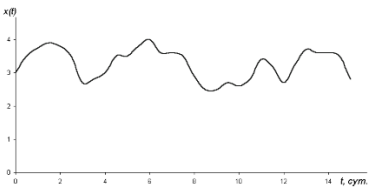
6 Иные сведения и (или) материалы.

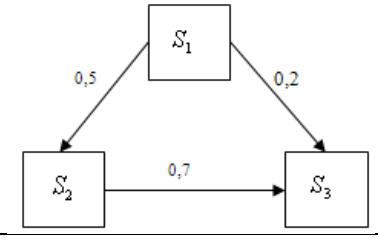
6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Семестр 4

Таблица 6 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к зачету

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
1. *Потоки событий*		
1.1 Потоки событий	1. Поток событий. Однородный поток. Регулярный поток. 2. Поток событий. Простейший пуассоновский поток. 3. Поток событий. Ординарный	1. Среднее число заказов такси, поступающих на диспетчерский пункт в одну минуту, равно трем (λ=3). Найти вероятность того, что за 2 мин поступит четыре вызова.

	поток. 4. Поток без последействия. Поток Пальма. Поток Эрланга. 5. Поток событий. Интенсивность потока. 6. Стационарный и нестационарный поток. 7. Плотность потока. Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение.	2. Среднее число заказов такси, поступающих на диспетчерский пункт в одну минуту, равно трем (λ=3). Найти вероятность того, что за 2 мин поступит менее четырех вызовов. 3. Среднее число заказов такси, поступающих на диспетчерский пункт в одну минуту, равно трем (λ=3). Найти вероятность того, что за 2 мин поступит не менее четырех вызовов. 4. Дан простейший поток с параметром λ=2 требований в минуту. Найти вероятность того, что длина интервала между двумя соседними событиями составляет T от 1 до 2 минут. 5. Поток машин, идущих по шоссе в одном направлении, представляет собой простейший поток с интенсивностью 8 машин в минуту. Шоссе имеет развилку в три направления. Вероятность движения машин в первом направлении равна 0,12, во втором – 0,68, в третьем – 0,20. Определить интенсивности движения автомобилей в каждом направлении. 6. В результате статистической обработки интервалов времени между событиями в некотором потоке получены следующие характеристики: среднее значение интервала m_t=2 мин; среднее квадратическое отклонение интервала σ_t=0,9 мин. Требуется подобрать поток Эрланга, обладающий приблизительно теми же характеристиками, найти его интенсивность λ_k и порядок k. 7. В результате обработки статистических данных по интервалам между событиями в потоке Пальма получены значения m_t=2 мин и σ_t=1,5мин. Подобрать порядок соответствующего потока Эрланга. 8. В результате обработки статистических данных по интервалам между событиями в потоке Пальма получены значения m_t=2 мин и σ_t=1,5мин. Определить плотность распределения, построить графики исходной и Эрланговской плотностей распределения.
2. *Случайные процессы*		
2.1 Случайный процесс и его характеристики	8. Понятие случайного процесса. Область определения и фазовое пространство случайного процесса. 9. Стационарный случайный процесс. 10. Непрерывный нормальный стационарный случайный процесс.	9. Построить корреляционную функцию нормального стационарного случайного процесса, представленного на графике. 
2.2 Выбросы случайных процессов	11. Понятие выброса случайного процесса. 12. Алгоритм построения	10. Нормированная корреляционная функция случайного процесса имеет вид

	корреляционных функций случайных процессов. 13. Спектральное разложение стационарных случайных процессов. 14. Белый шум.	$k(\tau) = e^{-\alpha\|\tau\|} \cdot (\cos\beta\tau + \frac{\alpha}{\beta}\sin\beta\|\tau\|)$ где α=0.55, β=1.2, σ_x=0.4, $\bar{x}$=3.26. Найти интенсивность выбросов процесса за уровень $a = \bar{x} + \sigma_x$ и среднюю продолжительность выбросов. 11. Определить спектральную плотность процесса S(ω), если корреляционная функция имеет вид $k(\tau) = e^{-\alpha\|\tau\|} \cdot (1 + \alpha\|\tau\|)$
2.3 Нестационарный случайный процесс (временной ряд)	15. Определение параметров временного ряда. 16. Сглаживание скользящими средними. 17. Экспоненциальное сглаживание. 18. Анализ тренда, анализ сезонности.	12. Провести сглаживание протокола наблюдений методом скользящей средней по 3 точкам. 13. Провести сглаживание протокола наблюдений методом скользящей средней по 5 точкам. 14. Провести сглаживание протокола наблюдений методом скользящей средней по 7 точкам. 15. Провести сглаживание протокола наблюдений методом экспоненциального сглаживания. 16. Сделать прогноз на 2 периода вперед методом экспоненциального сглаживания.
2.4 Марковский случайный процесс	19. Граф состояний системы. Размеченный граф состояний системы. Марковская цепь. 20. Вероятности состояний. Начальное распределение вероятностей. 21. Вероятности перехода. Марковские процессы с дискретными состояниями и дискретным временем. 22. Марковские процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем	17. Система S – машина, которая может находиться в одном из пяти состояний: s_1 - исправна, работает; s_2 - неисправна, ожидает осмотра; s_3 – осматривается; s_4 – ремонтируется; s_5 – списана. Построить граф состояний системы. 18. Построить граф состояний системы S, представляющей техническое устройство из 2 узлов I и II, каждый из которых может в ходе работы устройства отказать (выйти из строя). Отказавший узел немедленно начинает восстанавливаться. 19. По цели ведется стрельба тремя выстрелами. Возможные состояния цели (системы S): s_1 - цель невредима; s_2 - цель повреждена; s_3 - цель поражена. Размеченный граф состояний показан на рисунке. В начальный момент цель находилась в состоянии s_1 (не повреждена). Определить вероятности состояний цели после трех выстрелов. 

3. *Системы массового обслуживания*		
3.1 Одноканальная СМО	23. Понятие системы массового обслуживания. Заявка, обслуживающее устройство, обслуживание, длительность обслуживания, интенсивность обслуживания, накопитель, очередь, длина очереди, дисциплина обслуживания. 24. Классификация СМО: без накопителя, с накопителем ограниченной емкости (СМО с потерями), с накопителем неограниченной емкости (СМО без потерь). 25. Одноканальная СМО. Математическая модель одноканальной СМО с отказами. 26. Математическая модель одноканальной СМО с неограниченной очередью. 27. Математическая модель одноканальной СМО с ограниченной очередью.	20. АЗС представляет собой СМО с 1 каналом обслуживания. Площадка при станции допускает пребывание в очереди на заправку не более 3 машин одновременно. Если в очереди уже находится 3 машины, очередная машина, прибывшая на станцию, в очередь не становится, а проезжает мимо. Поток машин, прибывающих для заправки, имеет интенсивность 1 машина в минуту. Процесс заправки продолжается в среднем 1,25 мин. Определить: вероятность отказа, относительную и абсолютную пропускную способность, среднее число машин в очереди.
3.2 Многоканальная СМО	28. Многоканальная СМО. 29. Математическая модель многоканальной СМО с отказами. 30. Математическая модель многоканальной СМО с неограниченной очередью.	21. Трехканальная СМО с отказами представляет собой 3 телефонных линии. Заявка – вызов, пришедший в момент, когда линия занята, получает отказ. Интенсивность потока вызовов $\lambda=0.8$, интенсивность потока обслуживания $\mu=0,667$. Найти вероятности состояний, абсолютную и относительную пропускную способности, вероятность отказа и среднее число занятых каналов.
4. Имитационное моделирование		
4.1 Моделирование процессов в GPSS	31. Идея метода имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования. 32. Формирование стандартно распределенных случайных величин. 33. Язык моделирования GPSS.	22. Выполнить моделирование одноканальной СМО с помощью GPSS.
4.2 Моделирование процессов в BP Simulator	34. Понятие бизнес-процесса. Модель бизнес-процесса. Блок-схема бизнес-процесса. 35. Построение модели бизнес-процесса в BP Simulator.	23. Выполнить моделирование одноканальной СМО с помощью BP Simulator.
4.3 Моделирование в AnyLogic	36. Моделирование в AnyLogic. Агенты и агентное моделирование. 37. Блоки AnyLogic, предназначенные для моделирования систем массового обслуживания.	24. Выполнить моделирование одноканальной СМО с помощью AnyLogic.
Компетенции		
ОПК-3 Способен применять и модифицировать	**Задание 1** В компьютерную сеть с множественным доступом и обнаружением конфликтов поступают некоторые пакеты. Конфликт происходит в том случае, когда время между	

математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	поступлениями соседних пакетов меньше, чем время передачи первого из них. - Найти вероятность возникновения конфликта, если процесс поступления пакетов имеет пуассоновский характер с интенсивностью 5 пакетов в секунду, а время передачи каждого пакета равно 20 мс. - Найти ту же вероятность при условии, что длительности передачи пакетов независимы и распределены экспоненциально со средним значением 20 мс. - Составить математическую модель данной системы. - Выполнить моделирование на языке GPSS. **Задание 2** Выполнить моделирование движения транспортных средств на произвольном перекрёстке с помощью Anylogic. Оценить оптимальность загруженности полос (по наличию пробок). Предложить варианты оптимизации.

Составитель (и): старший преподаватель кафедры МФММ Гаврилова Ю.С.

(*фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей)*)