

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.04.01 Моделирование систем массового обслуживания

Учебный план: _____ ФГОС3++b010302БИ-1_22-14.plx

Кафедра: Прикладной математики и информатики

Направление подготовки:
 (специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:
 (специализация) Биоинформатика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
8	УП	18	54	36	36	4	Экзамен
	РПД	18	54	36	36	4	
Итого	УП	18	54	36	36	4	
	РПД	18	54	36	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

старший преподаватель

Леонова Н.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Яковлев В.П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Яковлев В.П.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучаемых в области теоретико-вероятностного подхода к изучению теории массового обслуживания, методов решения задач теории массового обслуживания, а также овладение навыками самостоятельного решения аналогичных задач.

1.2 Задачи дисциплины:

- формирование системного подхода к исследованию систем массового обслуживания;
- изучение математических методов исследования систем массового обслуживания;
- формирование навыков построения математических моделей и оптимизации систем массового обслуживания различных типов.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Прикладной системный анализ в биоинформатике

Проектирование и сопровождение биоинформационных систем

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-6: Способен разрабатывать концепцию системы в области биоинформатики

Знать: базовые понятия теории массового обслуживания, принципы построения математических моделей систем массового обслуживания.

Уметь: применять математические методы для решения задач моделирование систем массового обслуживания.

Владеть: способами построения математических и имитационных моделей систем массового обслуживания с использованием программных средств.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Теория потоков событий						
Тема 1. Понятие простейшего потока событий. Поток событий. Простейший поток и его свойства: стационарность, ординарность, отсутствие последствия.		2	4	3		
Тема 2. Нестационарные потоки событий. Потоки событий, не являющиеся простейшими: нестационарный пуассоновский поток, потоки Эрланга; регулярный поток; поток Пальма. Предельная теорема для суммарного потока.		2	5	4		О
Раздел 2. Цепи Маркова		8				О,Пр
Тема 3. Случайные процессы. Понятие случайного процесса. Цепь Маркова с конечным числом состояний и дискретным временем. Граф состояний. Матрица переходных вероятностей. Стационарное распределение.	2	5	4	ИЛ		
Тема 4. Марковские процессы. Марковские процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем. Размеченный граф состояний. Матрица интенсивностей перехода. Система дифференциальных уравнений Колмогорова. Нахождение стационарного распределения.	2	5	4			

<p>Тема 5. Классификация состояний системы.</p> <p>Классификация состояний системы: источники, поглотители, транзитивные и изолированные состояния. Понятие об эргодическом процессе. Теорема Маркова (без доказательства) и ее применение для расчета финальных вероятностей состояний.</p>	1	4	4		
<p>Раздел 3. Расчет простейших систем массового обслуживания</p>					
<p>Тема 6. Понятие и характеристики систем массового обслуживания.</p> <p>Основные понятия и классификация систем массового обслуживания (СМО): по поведению заявки (с отказами, с очередью, смешанного типа); по характеру источника заявок (открытого и замкнутого типа); по дисциплине ожидания и обслуживания. Параметры и характеристики СМО; параметры входящего потока; параметры структуры СМО. Показатели эффективности СМО. Формула Литтла.</p>	2	4	4		
<p>Тема 7. Марковские системы массового обслуживания.</p> <p>Многоканальная СМО с отказами (задача Эрланга). Предельное распределение вероятностей состояний. Определение основных характеристик обслуживания. Одноканальная СМО с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью. Одноканальная СМО с неограниченной очередью. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.</p>	2	6	4	ИЛ	О
<p>Тема 8. Немарковские системы массового обслуживания.</p> <p>Одноканальная СМО с неограниченной очередью, простейшим входящим потоком и произвольным распределением времени обслуживания. Формулы Полячека-Хинчина. Расчет показателей эффективности.</p>	1	4	2		
<p>Раздел 4. Статическое моделирование систем массового обслуживания</p>					О

<p>Тема 9. Понятие о методах статистического моделирования.</p> <p>Метод Монте-Карло. Случайные числа. Разыгрывание дискретной случайной величины. Метод обратных функций для разыгрывания непрерывной случайной величины. Приближенное разыгрывание нормальной случайной величины.</p>	2	4	3		
<p>Тема 10. Моделирование случайного потока событий.</p> <p>Моделирование простейшего потока. Моделирование потока с заданным эмпирическим распределением интервалов времени между двумя последовательными событиями в потоке.</p>	1	5			
<p>Тема 11. Моделирование работы систем массового обслуживания.</p> <p>Построение временных диаграмм функционирования СМО. Моделирование СМО с отказами. Моделирование СМО с конечным числом мест в очереди. Моделирование работы СМО с приоритетами. Примеры расчета показателей эффективности работы СМО методом Монте-Карло.</p>	1	5	4		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	18	51	36		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	74,5		69,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-6	<p>Имеет представление о способах математического описания реальных случайных процессов и их моделировании средствами теории массового обслуживания</p> <p>Использует при решении прикладных задач основы Марковской теории и методов статистического моделирования систем массового обслуживания</p> <p>Показывает навыки решения задач в профессиональной деятельности с применением средств вычислительной техники и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал. демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин. Умеет применять методы математического и компьютерного моделирования для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>	
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал, демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин. Умеет применять методы математического и компьютерного моделирования для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя и несущественные погрешности при решении практических задач</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает неполное знание теоретических основ дисциплины, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; не знаком с дополнительной литературой; может проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя. вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Обучающийся не знает теоретических основ дисциплины, способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя. Не понимает смысл</p>	

	условия задачи, не может построить ее математическую модель и решить практическую задачу.	
--	---	--

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 8	
1	Исследование системы $M/G/1/\infty$: определение среднего числа заявок в системе методом вложенной цепи Маркова.
2	Метод введения дополнительной переменной.
3	Исследование системы $M/G/1/\infty$: определение остаточного времени обслуживания методом введения дополнительной переменной.
4	Примеры немарковских СМО (не менее 3 примеров), их характеристики.
5	Определяющие параметры СМО.
6	Понятие о методах статистического моделирования. Метод Монте-Карло. Случайные числа. Разыгрывание дискретной случайной величины
7	Метод обратных функций для разыгрывания непрерывной случайной величины. Приближенное разыгрывание нормальной случайной величины.
8	Моделирование простейшего потока.
9	Моделирование потока с заданным эмпирическим распределением интервалов времени между двумя последовательными событиями в потоке.
10	Построение временных диаграмм функционирования СМО.
11	Моделирование СМО с отказами. Моделирование СМО с конечным числом мест в очереди.
12	Моделирование работы СМО с приоритетами. Примеры расчета показателей эффективности работы СМО методом Монте-Карло.
13	Понятие о системах массового обслуживания.
14	Простейший поток и его свойства: стационарность, ординарность, отсутствие последствия
15	Потоки событий, не являющиеся простейшими: нестационарный пуассоновский поток, потоки Эрланга; регулярный поток; поток Пальма.
16	Предельная теорема для суммарного потока.
17	Основные характеристики функционирования СМО
18	Классификация СМО
19	Система $M/M/1/\infty$: уравнения для вероятностей состояния системы, условие существования стационарного режима, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока.
20	Система $M/M/n/r$: уравнения для вероятностей состояния системы, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока.
21	Система $M/M/1/\infty$ с ограниченным временем ожидания: уравнения для вероятностей состояния системы, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока.
22	Система с конечным числом источников (Энгсета): уравнения для вероятностей состояния системы, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока.
23	Система $M/E_m/1/\infty$: построение марковского процесса методом фиктивных фаз, получение стационарных характеристик функционирования.
24	Алгоритмические методы исследования СМО на примере системы $M/H_m/1/r$.
25	Метод вложенных цепей Маркова

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. На диспетчерский пульт поступает поток заявок, который является потоком Эрланга второго порядка. Интенсивность потока заявок равна 6 заявок в час. Если диспетчер в случайный момент оставляет пульт, то при первой же очередной заявке он обязан вернуться к пульту. Найти плотность распределения времени ожидания очередной заявки и построить ее график. Вычислить вероятность того, что диспетчер сможет отсутствовать от 10 до 20 минут.

2. Дисплейный зал имеет 5 дисплеев. Поток пользователей простейший. Среднее число пользователей, посещающих дисплейный зал за сутки, равно 140. Время обработки информации одним пользователем на одном дисплее распределено по показательному закону и составляет в среднем 40 минут. Определить, существует ли стационарный режим работы зала; вероятность того, что пользователь застанет все дисплеи занятыми (p^*) и среднее число пользователей в дисплейном зале.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в компьютерном классе с выходом в Интернет.

Возможность пользоваться справочным материалом. Время на подготовку ответа 15 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Якимов, В. Н.	Имитационное моделирование систем с дискретными событиями	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/111611.html
Ефромеева, Е. В., Ефромеев, Н. М.	Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic	Саратов: Вузовское образование	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/86701.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Боев, В. Д., Сыпченко, Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/102015.html
Огнева, Э. Н.	Математические методы исследования	Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры	2014	http://www.iprbookshop.ru/55238.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду