

Уфимский филиал
Кафедра «Математика и информатика»

Уфа 2021

Содержание

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

1. Наименование дисциплины

«Имитационное и агентное моделирование».

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

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПКП - 4	Способность применять технологии моделирования и анализа процессов в сфере экономики и финансов	1. Демонстрирует знания в области теории и методологии моделирования и анализа в сфере экономики и финансов.	Знать. Схему этапов проведения исследования систем с помощью имитационного моделирования. Уметь. Осуществлять проверку и обеспечивать адекватность модели исследуемой системе и анализировать альтернативные конфигурации систем.
		2. Строит математические модели в сфере экономики и финансов.	Знать. Суть имитационного моделирования, виды имитационных моделей и методику исследования систем с помощью имитационного моделирования Уметь. Разрабатывать имитационные модели и проводить эксперименты и проводить эксперименты на них

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Имитационное и агентное моделирование» относится к элективному циклу обязательной части дисциплин по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, образовательная программа «Прикладная информатика», профиль «ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах».

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

Для очной формы обучения

Таблица 2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего в з/ед. и часах	Семестр 5 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 / 108	108
<i>Контактная работа – Аудиторные занятия</i>	50	50
<i>Лекции</i>	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	34	34
<i>Самостоятельная работа</i>	58	58
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Для заочной формы обучения

Таблица 3

Вид учебной работы по дисциплине	Всего в з/ед. и часах	Семестр 5 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 / 108	3 / 108
<i>Контактная работа – Аудиторные занятия</i>	12	12
<i>Лекции</i>	4	4
<i>Семинары, практические занятия</i>	8	8
<i>Самостоятельная работа</i>	96	96
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

Тема 1. Введение в имитационное моделирование

Место имитационного моделирования среди множества других методов исследования. Классификация имитационных моделей. Дискретно-событийное моделирование. Непрерывные модели. Модели системной динамики. Статические модели и метод Монте-Карло. Агентно-ориентированные модели.

Законы распределения плотности вероятности случайных величин, наиболее часто встречающихся в имитационном моделировании.

Тема 2. Математический инструментарий имитационного моделирования

Генераторы случайных чисел. Особенности способов получения случайных чисел: табличный, физический и программный способ. Моделирование законов распределения. Метод обратного преобразования (обратной функции). Получение дискретных распределений методом обратной функции. Недостатки и достоинства метода обратной функции. Генерирование усеченного распределения с помощью метода обратной функции. Метод композиции для генерирования сложных законов распределения. Генерирование стандартного нормального закона распределения.

Требования к генераторам случайных чисел и способы тестирования законов распределения. Распределения Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера. Критерии Пирсона и Колмогорова проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению. Тестирование генераторов случайных чисел на равномерность заполнения многомерного пространства. Тестирование генераторов случайных чисел на независимость случайных величин.

Тема 3. Потоки событий

Экспоненциальный и Пуассоновский закон распределения, плотность распределения, функция распределения, математическое ожидание и дисперсия.

Потоки событий. Однородные и не однородные потоки событий. Регулярный поток событий. Ординарный поток. Интенсивность потока. Ожидаемое число событий за интервал времени. Отсутствие последствия. Пуассоновский поток. Стационарность потока. Простейший поток.

Тема 4. Методология моделирования

Схема этапов исследования систем с помощью имитационного моделирования. Краткое описание содержания этапов при исследовании систем с помощью имитационного моделирования. Адекватность модели исследуемой системе. Верификация компьютерной модели. Валидация компьютерной модели и результатов моделирования.

Анализ альтернативных конфигураций систем. Метод общих случайных чисел. Проблема синхронизации случайных чисел. Доверительные интервалы при сравнении конфигураций систем.

Тема 5. Математическое моделирование систем массового обслуживания

Системы массового обслуживания. Из чего состоит СМО. Характеристики эффективности СМО. Задача теории СМО. Многоканальная СМО с ожиданием. Схема гибели и размножения. Система уравнений Колмогорова. Пример. Нахождение установившихся вероятностей. Вероятность отказов. Относительная и абсолютная пропускная способность. Определение средней длины очереди. Формулы Литтла. Определение среднего времени в очереди. Определение среднего количества занятых каналов. Определение среднего времени простоя системы. СМО с покиданием очереди. СМО с ошибками в обслуживании. Сравнение аналитического решения СМО с решением, полученным с помощью имитационного моделирования.

Тема 6. Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic

Построение простейшей модели. Сбор и вывод статистики. Построение графиков и диаграмм. Создание новых типов агентов. Непрерывные модели и модели системной динамики в AnyLogic. Моделирование финансовых и материальных потоков. Модели физических процессов. Агентно-ориентированные модели в AnyLogic. Популяции агентов. Диаграммы состояния агентов. Состояния, переходы, переменные, функции и события.

Добавление новых и удаление старых агентов из популяции. Агентно-ориентированная модель Хищник-Жертва. Сбор статистики.

Тема 7. Применение имитационного моделирования для решения прикладных задач

Имитационная модель управления запасами. Модель колл-центра. Имитационное моделирование в торговле и маркетинге. Моделирование распространения новых товаров. Моделирование прибыли от торговли. Имитационное моделирование в здравоохранении. Моделирование распространения и борьбы с эпидемиями. Моделирование обслуживания клиентов в регистратуре. Модель городской больницы. Имитационное моделирование городского движения. Модель городского транспорта.

5.2. Учебно-тематический план

Очная/заочная форма обучения

Таблица 4

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			Общая	Лекции	Семинары, практические занятия		
1	Введение в имитационное моделирование	14	6/1,5	2/0,5	4/1	8/12,5	Самостоя- тельные работы. Участие в решении за- дач на практических занятиях. Собесе- дования по домашним за- даниям.
2	Математический инструментарий имитационного моделирования	14	6/1,5	2/0,5	4/1	8/12,5	
3	Потоки событий	14	6/1,5	2/0,5	4/1	8/12,5	
4	Методология моделирования	16	8/1,5	2/0,5	6/1	8/12,5	
5	Математическое моделирование систем массового обслуживания	20	10/1	4/1	6/2	10/17	
6	Дискретно-событ ийное моделирование в AnyLogic	16	8/1,5	2/0,5	6/1	8/12,5	
7	Применение имитационного моделирования для решения	14	6/1,5	2/0,5	4/1	8/12,5	

	прикладных задач						
	В целом по дисциплине	108	50/12	16/4	34/8	58/96	Согласно учебному плану: контрольная работа

5.3. Содержание семинаров, практических занятий (для заочной формы обучения)

Таблица 5

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 6,7	Формы проведения занятий
Введение в имитационное моделирование	Законы распределения плотности вероятности случайных величин, наиболее часто встречающихся в имитационном моделировании. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.
Математический инструментарий имитационного моделирования	Создание одноканальной и двухканальной СМО с отказами. Моделирование СМО с очередью. Создание многоканальной СМО с ожиданием. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.
Потоки событий	Потоки событий. Однородные и не однородные потоки событий. Регулярный поток событий. Ординарный поток. Интенсивность потока. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.
Методология моделирования	Анализ альтернативных конфигураций систем. Метод общих случайных чисел. Проблема синхронизации случайных чисел. Доверительные интервалы при сравнении конфигураций систем. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.
Математическое моделирование систем массового обслуживания	Определение среднего количества занятых каналов. Определение среднего времени простоя системы. СМО с покиданием очереди. СМО с ошибками в обслуживании. Сравнение аналитического решения СМО с	Работа в компьютерных классах.

	решением, полученным с помощью имитационного моделирования. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	
Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic	Создание непрерывной модели «Хищник-Жертва» в среде AnyLogic. Моделирование финансовых потоков. Модели физических процессов. Популяции агентов. Диаграммы состояния агентов. Состояния, переходы, переменные, функции и события. Добавление новых и удаление старых агентов из популяции. Агентно-ориентированная модель Хищник- Жертва. Сбор статистики. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.
Применение имитационного моделирования для решения прикладных задач	Моделирование распространения и борьбы с эпидемиями. Моделирование обслуживания клиентов в регистратуре. Модель городской больницы. Имитационное моделирование городского движения. Модель городского транспорта. Рекомендуемые источники из раздела 6: 6.1, 6.2. из раздела 7: 7.1-7.10.	Работа в компьютерных классах.

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

а) основная литература:

1. Боев, В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 298 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02560-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://ezpro.fa.ru:3217/bcode/453068>

б) дополнительная литература:

2. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://ezpro.fa.ru:3217/bcode/472836>

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

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znaniy.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства Проспект <http://ebs.prospekt.org/books>
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
8. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников» <https://grebennikon.ru/>
9. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Наименование методических материалов для обучающихся	Год утверждения	Местонахождение материала (ссылка на ИОП, информационный стенд кафедры/филиала, др.)
Методические указания к лекциям	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания к практическим занятиям	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания самостоятельной работе	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания к контрольной работе	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx

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

9.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

Продукты компании Microsoft, включая ОС Windows и Office.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронное периодическое издание Справочная Правовая Система Консультант Бюджетные организации: версия Проф.

9.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации – не используются.

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

Учебная аудитория для проведения всех видов занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения.