Программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование»

Утверждена
Академическим советом ООП
Протокол № 8.1.2.1-13/02 от «28» июня 2018 г.

Автор	Крылов В.В., д.т.н., профессор
Число кредитов	6
Контактная работа (час.)	50
Самостоятельная работа (час.)	178
Курс	4
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование» является знакомство с основными понятиями моделирования бизнес-процессов и систем массового обслуживания, развитие навыков построения моделей систем массового обслуживания, овладение основными инструментальными средствами имитационного моделирования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия имитационного моделирования;
- основные понятия теории систем массового обслуживания;

уметь:

- строить и анализировать модели СМО для задач моделирования бизнес-процессов;

владеть:

- навыками применения основных инструментальных систем моделирования.

Данная дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин, обеспечивающих подготовку бакалавра.

Изучение данной дисциплины опирается на фундаментальный курсы «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Дискретная математика» из цикла «Математический и естественно- научный цикл».

Основные положения данного курса используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Методы имитационного моделирования.

Тема 1. Задачи и цели моделирования.

Виды моделей, цели моделирования. Примеры применения моделирования. Место моделирования в системах поддержки принятия решений. Математические основы моделирования. Вероятностные и детерминированные модели. Моделирование в бизнес аналитике.

Тема 2. Базовая концепция СМО.

Предметная область теории систем массового обслуживания. Основные компоненты СМО. Классификация СМО по Кендаллу-Башаринову. Входные потоки требований и процессы обслуживания. Непрерывная марковская цепь как базовая модель СМО. Процесс гибели-размножения и уравнения переходного режима. Уравнения равновесного состояния СМО.

Тема 3. Марковские модели СМО.

Анализ системы M/M/1. Распределение времени ожидания. Характеристики выходного процесса. Анализ полумарковского процесса. Модели СМО с конечным размером очереди. Модели с многими серверами. Модели СМО с полными потерями. Формулы Эрланга. Модели Энгсета. Анализ переходных процессов в СМО. Расширения Марковских моделей.

Тема 4. Немарковские модели СМО.

Модели с марковскими входными потоками. Формула Полячека-Хинчина. Распределение времени ожидания. Подход полумарковских процессов. Распределение времени занятости. Интегральное уравнение Такаши. Системы с конечным размером очереди. СМО с произвольными распределениями входных потоков. Интегральное уравнение Линдли. Границы для времени ожидания.

Тема 5. Измерения случайных потоков.

Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Выбор оптимальной стратегии замены оборудования как задача динамического программирования. Задача оптимального распределения инвестиций. Вероятностные модели динамического программирования.

Тема 6. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.

Марковские цепи. Марковские процессы принятия решений. Оптимизация на марковской цепи за конечный временной интервал. Оптимизация на марковской цепи за бесконечный временной интервал. Метод перебора, метод итерации по стратегиям.

Раздел 2. Инструменты моделирования.

Тема 1. SIMAN.

Принципы имитационного моделирования СМО. Основные программные модели для имитации поведения СМР. Программные методы построения имитационных моделей. История и назначение языка SIMAN. Объекты и блоки языка. Построение простейших имитационных моделей СМО. Использование моделей для прогнозирования характеристик СМО. Построение больших имитационных моделей.

Тема 2. ARENA.

Концепция визального конструирования имитационных моделей. Изучение основных панелей системы ARENA. Базовые и расширенные блоки системы. Модельное и реальное время. Конфигурирование панели пуска. Виды отчетов. Регистрация внутренних переменных. Анимационные функции. Примеры построения имитационных моделей. Выполнение микропроекта по имитационному моделированию. Основные роли и этапы проекта. Виды представления результатов моделирования.

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля. Текущий контроль осуществляется в течение всего обучения. В рамках учебного курса предусмотрены различные формы текущего контроля знаний и работы студентов на практических занятиях: контрольная работа 45 мин. Каждая форма текущего контроля оценивается по 10-балльной шкале, оценка выставляется в рабочую ведомость преподавателя. По результатам текущего контроля организуются индивидуальные консультации в рамках второй половины рабочего дня преподавателя. Форма итогового контроля – экзамен по окончании третьего модуля. Формы промежуточного итогового контроля оцениваются также по 10-балльной шкале.

Контрольная работа:

высшая оценка в 9 баллов (10 баллов только в исключительных случаях) проставляется при полностью правильных ответах на вопросы и отличном выполнении заданий (правильном решении задачи, четком и исчерпывающем ее представлении);

почти отличная оценка в 8 баллов проставляется при полностью правильных ответах на вопросы и отличном выполнении заданий, но при отсутствии четкого и исчерпывающего представления решаемой задачи;

оценка в 7 баллов проставляется при правильных ответах на вопросы и правильном решении задачи, но при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы;

оценка в 6 баллов проставляется при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы (включая грамматические ошибки) или неточностях в решении задачи непринципиального характера (описки и случайные ошибки);

оценка в 5 баллов проставляется в случаях, когда в ответах на вопросы и в решении задачи имеются неточности и ошибки, свидетельствующие о недостаточном понимании изучаемой дисциплины и требующие дополнительного обращения к учебным материалам;

оценка в 4 балла проставляется при наличии серьезных ошибок в ответах на вопросы и в решении задачи, что свидетельствует о наличии пробелов в знании изучаемой дисциплины;

оценка в 3 балла проставляется при наличии лишь отдельных положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задач, говорящих лишь о потенциальной возможности в после- дующем более успешного выполнения заданий; оценка в 3 балла, как правило, ведет к повторному решению дополнительной задачи;

оценка в 2 балла проставляется при полном отсутствии положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задачи и, как правило, ведет к повторному написанию контрольной работы в целом;

оценка в 1 балл проставляется в тех случаях, когда наряду с неправильными ответами на вопросы и решением задачи имеют место какие-либо демонстративные проявления безграмотности или неэтичное отношение к изучаемой дисциплине.

Экзамен:

На экзамене, представляющем собой письменные ответы на вопросы и решение задачи с последующим собеседованием, оценка проставляется следующим образом:

высшая оценка в 9 баллов (10 баллов только в исключительных случаях) проставляется при отличном выполнении заданий (полных, с примерами и возможными обобщениями ответах на вопросы, при правильном решении задачи и детальном ее представлении);

почти отличная оценка в 8 баллов проставляется при полностью правильных

ответах на во- просы и решении задачи, но при отсутствии примеров и обобщений, а также детального представ- ления решаемой задачи;

оценка в 7 баллов проставляется при правильных ответах на вопросы и правильном решении задачи, но при отсутствии пояснений и обобщений, а также детального представления решаемой задачи;

оценка в 6 баллов проставляется при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы или неточностях в решении задачи непринципиального характера (описки и случайные ошибки);

оценка в 4-5 баллов проставляется в случаях, когда в ответах на вопросы и в решении задачи имеются существенные неточности и ошибки, свидетельствующие о недостаточном понимании изучаемой дисциплины;

оценка в 2-3 балла проставляется при наличии лишь отдельных положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задачи;

оценка в 1 балл проставляется в тех случаях, когда наряду с неправильными ответами на во- просы и решением задачи имеют место какие-либо демонстративные проявления безграмотности или неэтичное отношение к изучаемой дисциплине.

По результатам устного собеседования с преподавателем возможны корректировки оценки в ту или иную сторону.

Результирующая оценка *О*результат учитывает накопленную оценку *О*накопл.и оценку, полученную за экзамен *О*кз, и вычисляется по формуле :

О результат = 0,3**О*накопл. + 0,7**О*экз

Способ округления оценки – арифметический.

О накопл. = 1**О*к/р, где

Ок/р – оценка за контрольную работу, способ округления оценки – арифметический.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства для текущего контроля студента

1. Найти формулу связи функций плотности вероятности для суммы двух случайных величин?
2. Построить имитационную модель «Задачи о двух конвертах».
3. Построить диаграмму бизнес-процессов в нотации IDEF
4. Построить диаграмму бизнес-процессов в нотации BPMN
5. Построить план аналитического исследования бизнес-процессов на примере автомойки

Оценочные средства для промежуточной аттестации

1. Постройте имитационную модель автозаправочной станции.
2. Постройте имитационную модель торгового зала супермаркета

3. Постройте имитационную модель центра переливания крови.

4. Постройте имитационную модель автомойки

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

1. Акопов, А.С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.С.Акопов; ЭБС Юрайт. — М.: Юрайт, 2018. — 389 с. — (Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/viewer/imitacionnoe-modelirovanie-433149#page/1. - Загл. с экрана. Гриф УМО ВО
2. Вьюненко, Л.Ф. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Л.Ф.Вьюненко, М.В.Михайлов, Т.Н.Первозванская; под ред. Л.Ф.Вьюненко; ЭБС Юрайт. — М.: Юрайт, 2019. — 283 с. — (Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/viewer/imitacionnoe-modelirovanie-432159#page/1. - Загл. с экрана. Гриф УМО ВО

5.2 Дополнительная литература

1. Лычкина, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н.Лычкина; ЭБС Znanium. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=429005. – Загл. с экрана.
2. Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем [Электронный ресурс] / Н.Б. Кобелев; ЭБС Znanium. - М.: Вузовский учебник, 2015. - 139 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=514320. – Загл. с экрана.
3. Кобелев, Н.Б. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Б.Кобелев, В.А.Половников, В.В.Девятков; под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б.Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=361397. – Загл. с экрана.
4. Таха, Х.А. Введение в исследование операций / Х.А.Таха ; пер. с англ. и ред. к.физ.-мат.н. А.А.Минько. - 7-е изд. - М.: Вильямс, 2005
5. Амблер, С. Гибкие технологии: экстремальное программирование и унифицированный процесс разработки / С.Амблер; пер. с англ. Л.Калинникова. - СПб.: Питер, 2005
6. Лоу, А. Имитационное моделирование / А.Лоу, Д.В.Кельтон. - 3-е изд. - СПб.: Питер, 2004
7. Розанов, Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика : учебник / Ю.А.Розанов. - 2-е изд.; доп. - М. : Наука, гл. ред. физ-мат. лит., 1989. - 320 с.
8. Agent-Based Computational Modelling : applications in demography, social, economics and environmental sciences / editors Francesco C. Billari, Thomas Fent Alexia Prskawetz, Jurgen Scheffran. - Heidelberg; New York : Phisyka-Verlag; Springer Company, 2006. - 226 p. - (Contributions to Economics).

5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Office 2013 Prof +	*Государственный контракт*
2.	Arena 12	*Из внутренней сети университета*

5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы	
1.	Электронные библиотечные ресурсы НИУ ВШЭ (электронные образовательные ресурсы)	*договор*

5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

– ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

– мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерами, объединенными в локальную сеть, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.