

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информатики и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Имитационное моделирование

Кафедра информационных систем и технологий программирования

Образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) программы
Информационные системы и программирование

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения


Очная, заочная

Статус дисциплины:
входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика от «19» сентября 2017г. № 922.

Разработчик(и): кафедра информационных систем и технологий программирования, доц. Магомедгаджиев Ш.М.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ИСиТП от «01» марта 2022г., протокол № 8
Зав. кафедрой  Исмиханов З.Н.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета ИиИТ
от «17» марта 2022г., протокол № 7

Председатель  Бакмаев А.Ш.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой информационных систем и технологий программирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением экономических объектов и процессов с применением современных информационных технологий, а также методов математического и компьютерного моделирования.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных ОПК-5, профессиональных ПК-5, ПК-9.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: текущий контроль в форме опроса, тестов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 в академических часах по видам учебных занятий

форма обучения - очная

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС	
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
5	144	52	18	36				90	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование» являются формирование комплекса теоретических и методологических знаний в области современных подходов к имитационному моделированию экономических систем, а также навыков, необходимых для практического использования программных средств моделирования.

Задачи дисциплины: сформировать теоретические знания в области современных подходов к имитационному моделированию; дать представление студентам о прикладных аспектах применения компьютерных технологий для имитационного моделирования производственных и экономических процессов; сформировать навыки использования методов имитационного моделирования при решении конкретных экономических задач и в экономических исследованиях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.03 Прикладная информатика (профиль Информационные системы и программирование).

При изучении дисциплины «Имитационное моделирование» предполагается, что студент владеет основами матричной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, экономической теории, экономики и исследования операций и методов моделирования, предусмотренным образовательной программой и ФГОС ВО подготовки бакалавров.

Данный курс подготовит студентов к изучению курса «Компьютерное моделирование в экономике», а также для выполнения курсовых, научно-исследовательских и выпускной квалификационной работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-2.3. Владеет навыками применения современных информационных технологий	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач имитационного моделирования. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач имитационного моделирования <i>Владеет:</i> навыками применения современных информационных технологий	Опрос, тестирование, контрольная работа

	и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач имитационного моделирования.	
ПК-5. Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область.	ИПК- 5.1. Знает принципы и методы моделирования бизнес-процессов и предметной области ИПК- 5.2. Умеет анализировать бизнес-процессы предприятия ИПК- 5.3. Владеет навыками анализа и моделирования бизнес-процессов предприятия	<i>Знает:</i> современные методы и технологии имитационного моделирования. <i>Умеет:</i> моделировать и анализировать информационные и прикладные (бизнес) процессы; <i>Владеет:</i> навыками моделирования прикладных (бизнес) процессов и предметной области, использовать инструментальные средства	Опрос, тестирование, контрольная работа
ПК-9. Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ИПК- 9.1. Знает основы системного подхода и математические методы ИПК- 9.2. Умеет применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач ИПК- 9.3. Владеет навыками систематизации и математической формализации при решении прикладных задач.	<i>Знает:</i> принципы системного подхода и математические методы в формализации решения прикладных задач, в обосновании правильности выбранной модели информационных процессов и систем; <i>Умеет:</i> применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач; <i>Владеет:</i> методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, навыками разработки информационно-логической, функциональной и объектно-ориентированной модели информационной системы	Опрос, тестирование, контрольная работа

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая само- стоятельную работу студентов и трудо- емкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лаборатор- ные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Основные понятия и методы теории моделирования									
1	Математическое и имитационное моделирование: сущность, основные понятия	5	1-2	2		2		14	Опрос, тестирование
2	Инструментальные средства имитационного моделирования	5		2		4		12	Опрос, тестирование
Итого по модулю 1:				4		6		26	
Модуль 2. Математические основы имитационного моделирования									
3	Распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования	5	7-8	2		2		14	Опрос, тестирование
4	Метод Монте-Карло	5	9-10	2		2		14	Опрос,
Итого по модулю 2:				4		4		28	зачет
Модуль 3. Методология имитационного моделирования									
5	Методы агентного моделирования	5	1-2	2		4		6	Опрос, тестирование
6	Методы системной динамики	5	3-4	2		4		6	Опрос, тестирование
7	Методы моделирования дискретно-событийных и динамических			2		6		4	
Итого по модулю 3:				6		14		16	зачет

Модуль 4. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах									
8	Системы массового обслуживания и их характеристики	5	5-6	2		6		8	Опрос, тестирование
9	Аналитическое решение систем массового обслуживания	5	7-8	2		6		10	Опрос, тестирование
Итого по модулю 4:				4		12		18	
ИТОГО:				18		36		90	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
1.	Математическое и имитационное моделирование: сущность, основные понятия	2	Классификация основных видов моделирования. Математическое и имитационное моделирование: сущность, этапы, преимущества, недостатки. Метод имитационного моделирования. Понятие о модельном времени. Задачи, решаемые методом имитационного моделирования.	ПК-5	Знать современные методы и технологии имитационного моделирования.	Опрос, тестирование, контрольная работа
ПК-9.				Знать принципы системного подхода и математические методы в формализации решения прикладных задач, в обосновании правильности выбранной модели информационных процессов и систем;		
2.	Инструментальные средства имитационного моделирования	2	Имитационное моделирование как инструмент логико-математического представления объектов управления. Программирование имитационного процесса, выбор языка программирования. Новое поколение имитационных языков	ОПК-2.	Знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач имитационного моделирования. Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач имитационного моделирования	Опрос, тестирование, контрольная работа, кейс-задача

3.	Распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования	2	Непрерывное и дискретное распределение, равномерное, экспоненциальное распределение, распределение Эрланга, Вейбулла, дискретное нормальное, равномерное распределение. Методы моделирование вероятностных распределений с помощью Python..	ПК-5	Знать принципы системного подхода и математические методы моделирования распределения случайных величин встречающихся в практике имитационного моделирования	Опрос, тестирование, контрольная работа
				ПК-9	Уметь применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач;	
4.	Метод Монте-Карло	2	Метод статистического моделирования. Сущность метода Монте-Карло Примеры применения метода Монте-Карло при решении задач различной природы.	ПК-5	Знать принципы системного подхода Метод Монте-Карло и его применение в имитационном моделировании	Опрос, тестирование, контрольная работа
5.	Методы агентного моделирования	2	Процедура разработки агентной модели.. Пространственная динамика агентов. Реализация агентного моделирования в среде AnyLogic.	ОПК-2.	Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач имитационного моделирования методами агентного моделирования в том числе в среде AnyLogic.	Опрос, тестирование, контрольная работа
				ПК-5	Уметь применять методы агентного моделирования для анализа прикладных информационных процессов Владеть навыками моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.	
6.	Методы системной динамики	2	Построение моделей системной динамики. Моделирование причинно-следственных связей. Реализация метода системной динамики в среде AnyLogic.	ОПК-2.	Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач имитационного моделирования методами системной динамики в том числе в среде AnyLogic.	Опрос, тестирование, контрольная работа
				ПК-5	Уметь применять методы системной динамики для анализа прикладных информационных процессов Владеть навыками моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.	

7.	Методы моделирования дискретно-событийных и динамических систем	2	Дискретно-событийный подход в имитационном моделировании. Имитационное моделирование динамических систем. Реализация дискретно-событийного моделирования в среде AnyLogic.	ОПК-2.	Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач имитационного моделирования методами дискретно-событийного моделирования в том числе в среде AnyLogic.	Опрос, тестирование, контрольная работа
ПК-5	Уметь применять методы дискретно-событийного моделирования для анализа прикладных информационных процессов Владеть навыками моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.					
8.	Системы массового обслуживания и их характеристики	2	Системы массового обслуживания. Каналы обслуживания, их виды. Типы СМО: Дисциплина обслуживания в СМО. Принципы организации СМО:	ОПК-2.	Умеет моделировать и анализировать информационные и прикладные (бизнес) процессы с помощью систем массового обслуживания.	Опрос, тестирование, контрольная работа
ПК-9	Владеть методами построения моделей массового обслуживания и содержательной интерпретации полученных результатов.					
9.	Аналитическое решение систем массового обслуживания	2	Понятие случайного процесса. Марковские процессы. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Многоканальные СМО с отказами и с неограниченной очередью, расчет вероятностей ее состояний и показателей эффективности.	ПК-9	Владеть методами построения моделей массового обслуживания их аналитического решения и содержательной интерпретации полученных результатов.	

Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
1.	Методы агентного моделирования	14	Лабораторная работа №1. Агентное моделирование в среде AnyLogic. Модель потребительского рынка.	ПК-5	Владеть навыками агентного моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.	Опрос, кейс-задача
2.	Методы системной динамики	6	Лабораторная работа №2.1 Системная динамика в среде AnyLogic. Модель распространения эпидемии.	ПК-5	Владеть навыками моделирования прикладных процессов и предметной области, методами системной динамики, с помощью инструментария AnyLogic.	Опрос, кейс-задача
3.	Методы моделирования дискретно-событийных и динамических систем	8	Лабораторная работа №3.1 Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic.	ПК-5	Владеть навыками дискретно-событийного моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.	Опрос, кейс-задача
4.	Методология имитационного моделирования	8	Лабораторная работа №4.1 Пешеходное моделирование в AnyLogic	ПК-5	Владеть навыками пешеходного моделирования прикладных процессов и предметной области, с помощью инструментария AnyLogic.	Опрос, кейс-задача

Модуль 1. Основные понятия и методы теории моделирования

Тема 1. Математическое и имитационное моделирование: сущность, основные понятия

Понятия модель и моделирование, виды моделей. Математическое и имитационное моделирование: сущность, этапы, преимущества, недостатки

Общая классификация основных видов моделирования. Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования. Понятие о модельном времени.

Задачи, решаемые методом имитационного моделирования. Понятие имитационной модели, ее особенности, получение экспериментальной информации о сложном объекте; повторяемость имитационного эксперимента. Этапы имитации. Преимущества и недостатки использования имитационных моделей.

Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования

Имитационное моделирование как инструмент логико-математического представления объектов управления на основе формальных и неформальных методов, учета детерминированных и вероятностных факторов. Формализуемые и слабо формализуемые цели и критерии управления. Вероятностный характер принятия управленческих решений. Неконтролируемые факторы и их группировка. Определенные, статистически определенные и неопределенные факторы. Преимущества и недостатки комплекса адаптивно-имитационных моделей.

Программирование имитационного процесса, выбор языка программирования. Языки программирования для имитационного моделирования: GPSS, GASP, SIMSCRIPT, DYNAMO и др., их особенности и назначения. Новое поколение имитационных языков: Process Charter, Powersim, Lthink, Extend+BPR, Rethink, Pilgrim. Проблема минимального количества имитаций, методика их определения.

Модуль 2. Математические основы имитационного моделирования

Тема 3. Распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования

Непрерывное и дискретное распределение. Равномерное распределение, экспоненциальное распределение, распределение Эрланга, распределение Вейбулла, нормальное распределение, дискретное равномерное распределение. Методы моделирование вероятностных распределений с помощью Python.

Тема 4. Метод Монте-Карло

Метод статистического моделирования как один из универсальных средств анализа СМО. «Розыгрыш» случайного процесса как основа метода Монте-Карло. Перебор всевозможных «розыгрышей». История метода Монте-Карло. Примеры применения метода Монте-Карло при решении задач различной природы.

Модуль 3. Методология имитационного моделирования

Тема 4. Методы агентного моделирования

Введение в агентное моделирование Процедура разработки агентной модели. Агентное моделирование влияния маркетинговых мероприятий. Пространственная динамика агентов. Реализация агентного моделирования в среде AnyLogic.

Тема 5. Методы системной динамики.

Построение моделей системной динамики. Моделирование причинно-следственных связей. Паутинообразная равновесная модель системной динамики. Верификация и оценка устойчивости моделей системной динамики. Реализация метода системной динамики в среде AnyLogic.

Тема 6. Методы моделирования дискретно-событийных и динамических систем

Дискретно-событийный подход в имитационном моделировании. Использование аналитических измерений для дискретизации потоков. Имитационное моделирование деятельности банка. Имитационное моделирование динамических систем. Реализация дискретно-событийного моделирования в среде AnyLogic.

Модуль 4. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах

Тема 7. Системы массового обслуживания и их характеристики

Однотипные задачи многоразового использования – основа систем массового обслуживания (СМО). Каналы обслуживания, их виды. Типы СМО: с отказами и ожиданием. Дисциплина обслуживания в СМО. Принципы организации СМО: “первая пришла – первая обслужена”; “последняя пришла – первая обслужена”; обслуживание с приоритетом.

Тема 8. Аналитическое решение систем массового обслуживания.

Понятие случайного процесса. Процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем. Процесс работы СМО как случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Вероятность состояния. Сумма вероятностей. Методы (способы) определения вероятности состояния системы. Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова). Предельные (финальные) вероятности состояний. Уравнения, описывающие стационарный режим.

Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) и с неограниченной очередью, расчет вероятностей ее состояний и показателей эффективности.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

Лабораторные работы (лабораторный практикум)

1. Лабораторная работа №1.1. Агентное моделирование в среде AnyLogic. Модель потребительского рынка. Фаза 1. Создание популяции агентов. Фаза 2. Задание поведения потребителей
2. Лабораторная работа №1.2. Агентное моделирование в среде AnyLogic. Модель потребительского рынка. Фаза 3. Добавление графика для визуализации результатов моделирования. Фаза 4. Добавление эффекта рекомендаций
3. Лабораторная работа №1.3. Агентное моделирование в среде AnyLogic. Модель потребительского рынка. Фаза 5. Учет повторных продаж продукта. Фаза 6. Учет времени доставки продукта.
4. Лабораторная работа №1.4. Агентное моделирование в среде AnyLogic. Модель потребительского рынка. Фаза 7. Моделирование отказов от покупки товара. Фаза 8. Сравнение прогонов модели.
5. Лабораторная работа №1.5. Системная динамика в среде AnyLogic. Модель распространения эпидемии. Фаза 1. Создание диаграммы потоков и накопителей.
6. Лабораторная работа №2.1 Системная динамика в среде AnyLogic. Модель распространения эпидемии. Фаза 2. Добавление графика для визуализации динамики процесса.
7. Лабораторная работа №2.2 Системная динамика в среде AnyLogic. Модель распространения эпидемии. Фаза 3. Эксперимент варьирования параметров. Фаза 4. Калибровка параметров модели.
8. Лабораторная работа №3.1 Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic. Фаза 1. Модель заводского цеха. Фаза 2. Создание простой модели
9. Лабораторная работа №3.2 Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic. Фаза 3. Добавление ресурсов. Фаза 4. Создание трехмерной анимации
10. Лабораторная работа №3.3 Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic. Фаза 5. Моделирование доставки поддонов фурами
11. Лабораторная работа №4.1 Пешеходное моделирование в AnyLogic. Модель аэропорта
12. Фаза 1. Задание потока пешеходов. Фаза 2. Создание 3D анимации
13. Лабораторная работа №4.2 Пешеходное моделирование в AnyLogic. Модель аэропорта. Фаза 3. Моделирование предполетного досмотра пассажиров. Фаза 4. Добавление стоек регистрации.
14. Лабораторная работа №4.3 Фаза 5. Моделирование посадки на самолет. Фаза 6. Считывание данных о рейсах из файла MS Excel.

5. Образовательные технологии

Использование персональных компьютеров при выполнении лабораторных работ и сдаче итогового экзамена. Чтение лекций с использованием компьютера и проектора, проведение лабораторных работ в компьютерном классе. При реализации учебной дисциплины используются электронные практикумы, электронные учебники, презентационные средства диагностики и контроля, разработанные специалистами

кафедры т.д. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 20% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Форма контроля и критерий оценок

В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен в четвертом семестре.

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине предполагают следующее распределение баллов.

Текущий контроль

- Выполнение 1 домашней работы 10 баллов
- Активность в системе Moodle 10 баллов

Промежуточный контроль

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.	Формируемые компетенции
	очная	
Текущая СРС		
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12	ОПК-2, ПК-5, ПК-9
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6	ОПК-2
самостоятельное изучение разделов дисциплины	16	ОПК-2
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	12	ПК-5, ПК-9
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6	ПК-5, ПК-9
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	10	УК-2, ОПК-1, ОПК-6
Творческая проблемно-ориентированная СРС		
выполнение расчётно-графических работ	10	ПК-5
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	6	ОПК-2
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	6	ОПК-2
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	6	ПК-5
Итого СРС:	90	

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает контролируемую и внеаудиторную самостоятельную работу, направлена на повышение качества обучения, углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины, активизацию учебно-познавательной деятельности студентов и снижение аудиторной нагрузки. Часть программного материала выносится для самостоятельного внеаудиторного изучения с последующим текущим или итоговым контролем знаний на занятиях или экзамене. Контроль СРС и оценка ее результатов организуется как самоконтроль (самооценка) студента, а также как контроль и оценка со стороны преподавателя, например в ходе собеседования. Баллы, полученные по СРС

студентом, обязательно учитываются при итоговой аттестации по курсу. Формы контроля СРС включают: тестирование; устную беседу по теме с преподавателем; выполнение индивидуального задания и др. Роль студента в СРС - самостоятельно организовывать свою учебную работу по предложенному преподавателем, методически обеспеченному плану. СРС по курсу учитывает индивидуальные особенности слушателей и включает не только задания, связанные с решением типовых задач, но также творческие задания, требующие самостоятельно «добывать» знания из разных областей, группировать и концентрировать их в контексте конкретной решаемой задачи. Технология обучения предусматривает выработку навыков презентации результатов выполненного индивидуального задания и создание условий для командной работы над комплексной темой с распределением функций и ответственности между членами коллектива. Оценка результатов выполнения индивидуального задания осуществляется по критериям, известным студентам, отражающим наиболее значимые аспекты контроля за выполнением этого вида работ.

Самостоятельная работа бакалавра по дисциплине включает:

- самостоятельный анализ и изучение теоретических разделов дисциплины по заданию лектора;
- повторение и углубленное изучение лекционного материала;
- решение практических задач и подготовку к практическим занятиям;
- выполнение двух самостоятельных работ с использованием исходных данных предприятий РД, регионов, федеральных округов и страны в целом, выполнением расчетов на ПЭВМ;
- подготовку к зачету.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Специальные языки имитационного моделирования, история возникновения, классификация. Задачи функционирования имитационного комплекса	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки;
Инструментальные средства имитационного моделирования система Anylogic, система Arena.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; -решение задач, упражнений; - решение домашних контрольных задач.
Методы эволюционного моделирования. Генетические алгоритмы	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;

	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки;
Методы стохастического имитационного моделирования	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Типовые контрольные задания

Вопросы для контрольных работ, устного опроса и промежуточного контроля

1. Понятия модель и моделирование, виды моделей.
2. Математическое и имитационное моделирование: сущность, этапы, преимущества, недостатки
3. Классификация основных видов моделирования
4. Инструментальные средства имитационного моделирования
5. Языки программирования для имитационного моделирования
6. Непрерывные распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования
7. Дискретные распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования
8. Метод Монте-Карло
9. Процедура разработки агентной модели.
10. Реализация агентного моделирования в среде AnyLogic.
11. Построение моделей системной динамики.
12. Реализация метода системной динамики в среде AnyLogic.
13. Дискретно-событийный подход в имитационном моделировании.
14. Реализация дискретно-событийного моделирования в среде AnyLogic.
15. Системы массового обслуживания и их характеристики.
16. Понятие случайного процесса. Процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем.
17. Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова).
18. Одноканальные СМО с отказами расчет характеристик
19. Одноканальные СМО с неограниченной очередью расчет характеристик
20. Многоканальные СМО с неограниченной очередью, расчет характеристик
21. Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) расчет характеристик

Комплект тестовых заданий

1. К целям имитационного моделирования относятся:
 - а) проведение статистического анализа и интерпретация результатов;
 - б) описание поведения системы;
 - в) использование теорий для предсказания будущего поведения системы;
 - г) построение гипотез и теорий для объяснения наблюдаемого поведения.

2. Какие существуют распределения вероятностей?
 - а) условные;
 - б) непрерывные;
 - в) субъективные;
 - г) дискретные;
 - д) объективные.

3. Вид моделирования, в котором отображаются вероятностные процессы
 - а) Стахостическое
 - б) Детерминированное
 - в) Динамическое
 - г) Физическое

4. Каждая система массового обслуживания (СМО) состоит из одного или нескольких обслуживающих устройств, которые называются:
 - а) очередью;
 - б) входящим потоком заявок;
 - в) каналами обслуживания;
 - г) выходящим потоком обслуженных заявок.

5. Вероятностной характеристикой случайного потока заявок служит:
 - а) время поступления заявок;
 - б) интенсивность поступления заявок;
 - в) количество поступивших заявок.

6. Признаками классификации СМО не являются:
 - а) число каналов обслуживания;
 - б) время обслуживания;
 - в) длина очереди

7. Показателями эффективности СМО являются:
 - а) интенсивность потока заявок;
 - б) среднее время обслуживания заявки;
 - в) абсолютная пропускная способность СМО;

8. Какие примеры потоков событий Вы знаете?
 - а) поток вызовов на телефонной станции;
 - б) поток отказов (сбоев) ЭВМ;
 - в) поток железнодорожных составов, поступающих на сортировочную станцию;
 - г) поток частиц, попадающих на счетчик Гейгера;
 - д) все вышеназванные.

9. Какие примеры систем массового обслуживания Вы знаете?
 - а) телефонные станции;
 - б) ремонтные мастерские;

- в) билетные кассы, справочные бюро;
- г) магазины, парикмахерские;
- д) все вышеназванные.

10. Что может служить в качестве каналов системы массового обслуживания?

- а) линии связи;
- б) кассиры, продавцы;
- в) лифты;
- г) автомашины;
- д) все вышеназванное.

11. Что можно выбрать в качестве показателей эффективности системы массового обслуживания?

- а) среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени;
- б) среднее число занятых каналов;
- в) среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания;
- г) вероятность того, что число заявок в очереди превысит какое-то значение;
- д) все вышеназванные.

12. Какие одноканальные СМО с очередью Вы знаете?

- а) врач, обслуживающий пациентов;
- б) телефон-автомат с одной будкой;
- в) ЭВМ, выполняющая заказы пользователей;
- г) содержимое п.п. а,б;
- д) содержимое п.п. а,б,в.

13. Модель, в которой описывается поведение множества объектов, которые образуют поведение системы в целом –

- а) агентная модель
- б) системная динамика
- в) дискретная модель
- г) система массового обслуживания

14. Какую роль могут исполнять элементы delay в СМО?

- а) оператора
- б) кассира
- в) любого исполнителя
- г) посетителя
- д) кассового чека

15. Моделирование, которое служит для описаний поведения объекта в какой-либо момент времени

- а) дискретное
- б) статическое
- в) статистическое
- г) динамическое

16. В каких программных системах реализовано имитационное моделирование - динамические системы?

- а) AnyLogic
- б) Simulink
- в) Electronics Workbench

17. Какой язык программирования используется в AnyLogic для создания моделей?

- а) Java
- б) java script
- в) C++
- г) C#
- д) SIMAN

18. Какой язык программирования используется в Arena для создания моделей?

- а) SIMAN
- б) java script
- в) C++
- г) C#
- д) Java

19. В какой панели инструментов находится элемент Накопитель (Stock)?

- а) системная динамика
- б) диаграмма состояний
- в) основная
- г) элементы управления

20. Какие свойства имеются у элемента состояние (State) в AnyLogic?

- а) действие при запуске
- б) действие при уничтожении
- в) цвет заливки
- г) действие при выходе

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

а) Критерии оценивания компетенций (результатов).

Программой дисциплины в целях проверки прочности усвоения материала предусматривается проведение различных форм контроля:

1. Текущий контроль – это проверка полноты знаний по основному материалу дисциплинарного модуля (ДМ).
2. Промежуточный контроль - итоговая проверка уровня знаний студента по данной дисциплине в конце семестра (в форме устного или письменного зачета, сетевого компьютерного тестирования.) Промежуточной формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является зачет.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 40 баллов,
- выполнение домашних контрольных работ (самостоятельная работа) - 10 баллов.

Текущий контроль по ДМ:

- письменная контрольная работа -20 баллов;
- тестирование – 20 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- зачет - 100 баллов,

Критерии оценки посещения занятий – оценка выставляется по 100 бальной системе и соответствует проценту занятий, которые посетил студент из всего количества аудиторных занятий предусмотренных ДМ.

Критерии оценки выполнения лабораторных заданий.

Основными показателями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:

1. Степень соответствия выполненного задания поставленным целям, задачам и требованиям;
2. Оформление, структурирование и комментирование лабораторной работы;
3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);
4. Успешные ответы на контрольные вопросы.

Критерии оценки лабораторной работы.

86-100 баллов - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.

66-85 баллов - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только до 85 % контрольных вопросов.

51-65 балл - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только до 51 % контрольных вопросов.

0-50 баллов – оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита только менее 51 % контрольных вопросов.

Критерии оценки выполнения домашних контрольных работ (самостоятельная работа).

Основными показателями оценки выполненной студентом и представленной для проверки домашней контрольной работы являются:

1. Степень соответствия выполненного задания поставленным целям, задачам и требованиям;
2. Оформление, структурирование и комментирование лабораторной работы;
3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);
4. Успешные ответы на контрольные вопросы.

Критерии оценки домашней контрольной работы.

86-100 баллов - студент правильно выполнил индивидуальное самостоятельное задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.

66-85 баллов - студент выполнил индивидуальное самостоятельное задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.

51-65 балл - студент выполнил индивидуальное самостоятельное задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.

0-50 баллов – при выполнении индивидуального самостоятельного задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Критерии оценки текущего контроля по ДМ (письменная контрольная работа и тестирование).

Письменная контрольная работа состоит из двух типов вопросов:

1. Теоретические вопросы из курса лекций и практических работ. - 40 баллов.
2. Практические вопросы и задачи по лекционному и практическому материалу. - 60

баллов.

86-100 баллов - студент, показал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, самостоятельно ответил на вопросы, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично; показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач.

66-85 баллов - студент, показал полное знание учебного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший ответивший на вопросы; показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач

51-65 балл - студент, обнаруживший знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы самостоятельно выполнивший задания, однако допустивший некоторые погрешности при ответе на вопросы; показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач.

0-50 баллов – выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебного материала, не выполнившего задания, допустившему принципиальные ошибки при ответе на вопросы, продемонстрировавший недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач.

Критерии выставления оценок за *тестирование* Тестовое задание состоит из пятнадцати вопросов. Время выполнения работы: 15-20 мин.

86-100 баллов - оценка «отлично» – 13-15 правильных ответов;

66-85 баллов - оценка «хорошо» – 10-12 правильных ответов;

51-65 балл - оценка «удовлетворительно» – 8-9 правильных ответов;

0-50 баллов – оценка «неудовлетворительно» – менее 8 правильных ответов.

Критерии оценки на зачете

В проверка качества подготовки студентов на зачете заканчивается выставлением отметок «зачтено» и «незачтено».

51-100 баллов - оценка «зачтено» выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов, умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа;

0-50 баллов – оценка «не зачтено», если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

Критерии оценки зачета в форме тестирования

Тестовое задание состоит из тридцати вопросов. Время выполнения работы: 60 мин.

86-100 баллов - оценка «отлично» – 26-30 правильных ответов;

66-85 баллов - оценка «хорошо» – 20-25 правильных ответов;

51-65 балл - оценка «удовлетворительно» – 16-19 правильных ответов;

0-50 баллов – оценка «неудовлетворительно» – менее 16 правильных ответов.

Критерии оценки:

- «зачтено» выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений,

процессов, умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа;

- «не зачтено», если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

<http://eor.dgu.ru/>.

б) основная литература:

1. Березовская Е. А. Имитационное моделирование: учебное пособие / Е. А. Березовская. - Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 76 с. - ISBN 978-5-9275-2426-6. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/87410.html> (дата обращения: 22.06.2021).

2. Ефромеева, Е. В. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic: учебное пособие / Е. В. Ефромеева, Н. М. Ефромеев. — Саратов: Вузовское образование, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-4487-0586-1. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/86701.html> (дата обращения: 22.06.2021).

3. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Ю. Каталевский. - Электрон. текстовые данные. - М.: Дело, 2015. - 512 с. - 978-5-7749-1072-4. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51043.html> (дата обращения: 22.06.2021)

в) дополнительная литература

1. Войнов К.Н. Имитационное моделирование в теории и на практике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / К.Н. Войнов. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. - 65 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66455.html> (дата обращения: 22.06.2021)

2. Григорьев Илья. AnyLogic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/> (дата обращения: 22.06.2021).

3. Имитационное моделирование экономических процессов в системе Arena: Учебное пособие / С.М. Щербakov ; Рост. гос. эконом. ун-т (РИНХ). – Ростов н/Д, 2012. – 128с – Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/2012-uch-posob-cherbakov-arena.pdf> (дата обращения: 22.06.2021).

4. Лимановская, О. В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 частях. Ч.2: лабораторный практикум / О. В. Лимановская; под редакцией И. Н. Обабкова. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. - 104 с. - ISBN 978-5-7996-1996-1 (ч.2), 978-5-7996-1995-4. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/106372.html> (дата обращения: 22.06.2021).

5. Лимановская, О. В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 частях. Ч.1: учебное пособие / О. В. Лимановская ; под редакцией И. Н. Обабкова. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-7996-2029-5 (ч.1), 978-5-7996-1995-4. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/106371.html> (дата обращения: 22.06.2021).

6. Строгалев, В. П. Имитационное моделирование: учебное пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева. - 4-е изд. - Москва: Московский государственный технический

университет имени Н.Э. Баумана, 2018. - 296 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8. –Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/94788.html> (дата обращения: 22.06.2021).

7. Якимов, В. Н. Имитационное моделирование систем с дискретными событиями: учебно-методическое пособие / В. Н. Якимов. - 2-е изд. - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 88 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/111611.html> (дата обращения: 22.06.2021).

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

1. eLIBRARY.RU[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. - Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2018). – Яз. рус., англ.

2. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(дата обращения: 22.03.2018).

3. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для изучения теоретического курса студентам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы, интернет источники. По дисциплине «Имитационное моделирование» в конце каждого модуля проводится контрольная работа.

Рабочей программой дисциплины «Имитационное моделирование» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 54 часа. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзаменам.

С самого начала изучения дисциплины студент должен четко уяснить, что без систематической самостоятельной работы успех невозможен. Эта работа должна регулярно начинаться сразу после лекционных и практических занятий, для закрепления только что пройденного материала. После усвоение теоретического материала можно приступить к самостоятельному решению задач из учебников и пособий, входящих в список основной литературы.

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

Интернет-ресурсы, мультимедиа, электронная почта, MS Office – пакет офисных программ, система имитационного моделирование GPSS.

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

1. Аудитории, оснащенные компьютерами и мультимедийным оборудованием для проведения лекционных и практических занятий.

2. Лаборатория, оснащенная специализированными программами для проведения виртуальных компьютерных исследований; позволяющая работать с электронными изданиями вуза и обеспечивающая доступ в Интернет.