

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Имитационное моделирование сложных информационных систем**  
**Кафедра информационных систем и технологий программирования**

**Образовательная программа**  
09.04.03 Прикладная информатика

**Направленность (профиль) программы**  
Разработка и внедрение информационных систем  
Цифровая экономика

Уровень высшего образования  
**магистратура**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

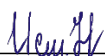
**Статус дисциплины:**  
входит в обязательную часть ОПОП

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование сложных информационных систем» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика от «19» сентября 2017 г. № 916.

Разработчик: кафедра информационных систем и технологий программирования, Касимова Т.М., к.э.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры ИСиТП от «1» 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.

(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Имитационное моделирование сложных информационных систем» является дисциплиной, которая входит в обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 09.04.03 Прикладная информатика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ имитационного моделирования, а также построением и использованием имитационных моделей для исследования сложных процессов и управления ими.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-1, общепрофессиональных - ОПК-1, ОПК-7.

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

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

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе 180 в академических часах по видам учебных занятий

форма обучения - очная

Семестр	Учебные занятия							СРС	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС		
		Всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации				
2	180	40	10	20	10			140	экзамен

форма обучения - заочная

Семестр	Учебные занятия							СРС	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС		
		Всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации				
1	180	12	4	8			168	экзамен	

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование сложных информационных систем» являются:

- ознакомление с основными методами решения сложных задач на основе имитационного моделирования;
- получение навыков создания моделей систем различного назначения;
- изучение методов планирования экспериментов;
- применение полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями сложных информационных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Имитационное моделирование сложных информационных систем» входит в обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 09.04.03 – Прикладная информатика. Учебная дисциплина изучается во 2-м семестре. Дисциплина служит методологической основой для выполнения научно-исследовательской работы, магистерской диссертации.

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	М-ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними М-ИУК-1.2. Определяет пробелы в	Знает: процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований,	Опрос, тестирование, контрольная работа

	<p>информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению М-ИУК-1.3.</p> <p>Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников М-ИУК-1.4.</p> <p>Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов М-ИУК-1.5</p> <p>Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>	<p>организации процесса принятия решения.</p> <p>Умеет:</p> <p>принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий.</p> <p>Владеет:</p> <p>методами установления причинно - следственных связей и определения наиболее значимых среди них;</p> <p>методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий, действий при проблемных ситуациях</p>	
<p><b>ОПК-1.</b> Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>ОПК-1.1. Знать математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-1.2. Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний</p>	<p>Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности;</p> <p>Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний</p>	<p>Опрос, тестирование, контрольная работа</p>
<p><b>ОПК-7.</b> Способен</p>	<p>ОПК-7.1. Знать</p>	<p>Знает: логические</p>	<p>Опрос, те-</p>

использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, моделирования в области проектирования и управления информационными системами источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений; ОПК-7.2. Уметь осуществлять методологическое обоснование научного исследования	методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, моделирования в области проектирования и управления информационными системами источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений; Умеет: осуществлять методологическое обоснование научного исследования	стирование, контрольная работа
--	---	--	--------------------------------

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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 самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...		
<b>Модуль 1. Моделирование как универсальный метод исследования и проектирования сложных систем</b>									
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования	2	1	1	1			16	Опрос, тестирование
2	Математический аппарат имитационного моделирования	2	4	1	1			16	Опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 1:</i>			2	2			32	контрольная работа
<b>Модуль 2. Имитационное моделирование систем на основе современных парадигм моделирования процессов</b>									
3	Дискретно-событийное моделирование	2	6	2	1	2		6	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
4	Системная динамика	2	8	1	1	2		8	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
5	Агентные модели	2	10	1	2	2		8	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4	4	6		22	контрольная работа
<b>Модуль 3. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания</b>									
6	Системы массового обслуживания и их характеристики	2	12	1	1	2		14	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
7	Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)	2	14	1	1	2		14	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 3:</i>			2	2	4		28	контрольная работа
<b>Модуль 4. Практическое моделирование и оценка эффективности систем в современных средах имитационного моделирования</b>									
8	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного	2	16	2	2			6	Опрос, тестирование

	моделирования								
9	Имитационное моделирование с помощью пакета имитационного моделирования Simulink Matlab	2	18			4		6	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
10	Имитационное моделирование в среде AnyLogic	2	20			4		6	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
11	Имитационное моделирование в среде Arena	2	22			2		4	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 4:</i>			2	2	10		22	контрольная работа
<b>Модуль 5. Подготовка к экзамену</b>									
	<i>Итого по модулю 5:</i>							36	экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			10	10	20		140	

#### 4.2.2. Структура дисциплины в заочной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...		
<b>Модуль 1. Моделирование как универсальный метод исследования и проектирования сложных систем</b>									
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования	2	1					18	Опрос, тестирование
2	Математический аппарат имитационного моделирования	2	4					18	Опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 1:</i>							36	контрольная работа
<b>Модуль 2. Имитационное моделирование систем на основе современных парадигм моделирования процессов</b>									
3	Дискретно-событийное моделирование	2	6	1				10	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
4	Системная динамика	2	8					10	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
5	Агентные модели	2	10	1				14	Опрос, тестирование,



									выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 2:</i>			2				34	контрольная работа
<b>Модуль 3. Имитационное моделирование процессов массового обслуживания</b>									
6	Системы массового обслуживания и их характеристики	1	12					18	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
7	Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)	1	14					18	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 3:</i>							36	контрольная работа
<b>Модуль 4. Практическое моделирование и оценка эффективности систем в современных средах имитационного моделирования</b>									
8	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	1	16	2				6	Опрос, тестирование
9	Имитационное моделирование с помощью пакета имитационного моделирования Simulink Matlab	1	18			2		6	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
10	Имитационное моделирование в среде AnyLogic	1	20			4		6	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
11	Имитационное моделирование в среде Arena	1	22			2		8	Опрос, тестирование, выполнение лабораторных заданий
	<i>Итого по модулю 4:</i>			2		8		26	контрольная работа
<b>Модуль 5. Подготовка к экзамену</b>									
	<i>Итого по модулю 5:</i>							36	экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			4		8		168	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

№	Наименование темы	т/е, ч	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования	1	Имитационные модели, область применения и основные определения. Структура процесса	М-ИУК-1.1. М-ИУК-1.2. М-ИУК-1.3.	Знает: процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки	Интерактивная лекция, обсуждение

			имитационного моделирования.		стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения	
2	Математический аппарат имитационного моделирования	1	Применение теории вероятностей и математической статистики в имитационном моделировании. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Статистические проблемы имитационного моделирования. Системность имитационного моделирования.	М-ИУК-1.1. М-ИУК-1.2. М-ИУК-1.3.	Знает: процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения	Интерактивная лекция, обсуждение
3	Дискретно-событийное моделирование	2	Принципы и методы построения дискретно-событийных имитационных моделей	ОПК-1.1.	Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	обсуждение
4	Системная динамика	1	Принципы и методы построения моделей системной динамики	ОПК-1.1.	Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	обсуждение
5	Агентные модели	1	Принципы и методы построения агентных моделей	ОПК-1.1.	Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические	Интерактивная лекция, обсуждение

					методы для использования в профессиональной деятельности	
6	Системы массового обслуживания и их характеристик и	1	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.	ОПК-1.1.	Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Интерактивная лекция, обсуждение
7	Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)	1	Методы (способы) определения вероятности состояния системы. Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова). Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) и с неограниченной очередью. Метод статистического моделирования как один из	ОПК-1.1.	Знает: математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Интерактивная лекция, обсуждение

			универсальных средств анализа СМО. «Розыгрыш» случайного процесса как основа метода Монте-Карло. Перебор всевозможных «розыгрышей».			
8	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	1	Компьютерные среды моделирования. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области.	ОПК-7.1	Знает: логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, моделирования в области проектирования и управления информационными системами источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный	Интерактивная лекция, обсуждение

					анализ; многокритериальные методы принятия решений	
--	--	--	--	--	---	--

#### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине

№	Наименование темы	т/е, ч	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения
1	Имитационные модели, процесс имитационного моделирования	1	Имитационные модели, область применения и основные определения. Структура процесса имитационного моделирования.	М-ИУК-1.4. М-ИУК-1.5.	Умеет: принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий. Владеет: методами установления причинно - следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий, действий при проблемных ситуациях	Опрос, тестирование, контрольная работа
2	Математический аппарат имитационного моделирования	1	Применение теории вероятностей и математической статистики в имитационном моделировании.	М-ИУК-1.4. М-ИУК-1.5.	Умеет: принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа	Опрос, тестирование, контрольная работа

			Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Статистические проблемы имитационного моделирования. Системность имитационного моделирования.		проблем, принятия решений и разработки стратегий. Владеет: методами установления причинно - следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения ее достижений; методиками разработки стратегий, действий при проблемных ситуациях	
3	Дискретно-событийное моделирование	1	Принципы и методы построения дискретно-событийных имитационных моделей	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Опрос, тестирование, контрольная работа
4	Системная динамика	1	Принципы и методы построения моделей системной динамики	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с	Опрос, тестирование, контрольная работа

					применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	
5	Агентные модели	2	Принципы и методы построения агентных моделей	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Опрос, тестирование, контрольная работа
6	Системы массового обслуживания и их характеристики	1	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.	ОПК-1.2	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Опрос, тестирование, контрольная работа
7	Статическое моделирование СМО (метод	1	Методы (способы) определения	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные	Опрос, тестирование,

	Монте-Карло)		<p>вероятности состояния системы.</p> <p>Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова).</p> <p>Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) и с неограниченной очередью.</p> <p>Метод статистического моделирования как один из универсальных средств анализа СМО.</p> <p>«Розыгрыш» случайного процесса как основа метода Монте-Карло.</p> <p>Перебор всевозможных «розыгрышей».</p>		<p>е задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний</p>	<p>контрольная работа</p>
8	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	1	<p>Компьютерные среды моделирования.</p> <p>Построение моделей в компьютерных средах для производственных и технологических и социально-экономических систем. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей.</p> <p>Возможности</p>	ОПК-7.2	<p>Умеет:</p> <p>осуществлять методологическое обоснование научного исследования</p>	<p>Опрос, тестирование, контрольная работа</p>



			использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области.			
--	--	--	---	--	--	--

### 4.3.3. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

#### Лабораторные занятия

№	Наименование темы	т/е, ч	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения
3	Дискретно-событийное моделирование	2	Принципы и методы построения дискретно-событийных имитационных моделей	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Выполнение лабораторных работ
4	Системная динамика	2	Принципы и методы построения моделей системной динамики	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Выполнение лабораторных работ
5	Агентные модели	2	Принципы и методы построения	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные	Выполнение лабораторных работ

			агентных моделей		е задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	ых работ
6	Системы массового обслуживания и их характеристики	2	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.	ОПК-1.2	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Выполнение лабораторных работ
7	Статическое моделирование СМО (метод Монте-Карло)	2	Методы (способы) определения вероятности состояния системы. Система дифференциальных уравнений для определения вероятностей состояния (уравнение	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-	Выполнение лабораторных работ

			<p>Колмогорова). Многоканальные СМО с отказами (задача Эрланга) и с неограниченной очередью. Метод статистического моделирования как один из универсальных средств анализа СМО.</p> <p>«Розыгрыш» случайного процесса как основа метода Монте-Карло. Перебор всевозможных «розыгрышей».</p>		экономических и профессиональных знаний	
9	Имитационное моделирование с помощью пакета имитационного моделирования Simulink Matlab	4	<p>Основные концепции имитационного моделирования в Simulink. Базовые инструменты для разработки моделей в среде MATLAB &amp; Simulink. Встроенные библиотеки.</p>	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Выполнение лабораторных работ
10	Имитационное моделирование в среде AnyLogic	4	<p>Характеристика AnyLogic. Основные концепции ИМ в среде AnyLogic. Базовые инструменты для разработки модели в среде AnyLogic. Графический редактор. Запуск и просмотр</p>	ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и	Выполнение лабораторных работ

			модели. Разные парадигмы ИМ.		профессиональных знаний	
11	Имитационное моделирование в среде Arena	2		ОПК-1.2.	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	Выполнение лабораторных работ

### 5. Образовательные технологии

Использование персональных компьютеров при выполнении лабораторных работ. 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 и т.д. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 20% аудиторных занятий.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Форма контроля и критерии оценок.

В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен во втором семестре (в первом семестре – для заочной формы обучения).

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине.

#### Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, в ч.	Формируемые компетенции
	Очная	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	4	ОПК-1, ОПК-7
самостоятельное изучение разделов дисциплины	10	УК-1, ОПК-1, ОПК-7

выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	<b>10</b>	ОПК-7, ПК-1, ПК-3
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	<b>12</b>	ОПК-1, ОПК-7
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	<b>10</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
подготовка к экзамену (экзаменам)	<b>36</b>	
другие виды СРС (указать конкретно)		
выполнение расчётно-графических работ	<b>12</b>	ОПК-1, ОПК-7
выполнение курсовой работы или курсового проекта		
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	<b>12</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	<b>4</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	<b>20</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
другие виды ТСРС (указать конкретно)		
<b>Итого СРС:</b>	<b>140</b>	

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, в ч.	Формируемые компетенции
	<b>Заочная ФО</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	<b>4</b>	ОПК-1, ОПК-7
самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>20</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	<b>20</b>	ОПК-7, ПК-1, ПК-3
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	<b>12</b>	ОПК-1, ОПК-7
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	<b>10</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
подготовка к экзамену (экзаменам)	<b>36</b>	
другие виды СРС (указать конкретно)		
выполнение расчётно-графических работ	<b>12</b>	ОПК-1, ОПК-7
выполнение курсовой работы или курсового проекта		
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	<b>20</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	<b>4</b>	УК-1, ОПК-1, ОПК-7
Анализ данных по заданной теме, выполнение	<b>20</b>	УК-1, ОПК-1,

расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных		ОПК-7
другие виды ТСПС (указать конкретно)		
<b>Итого СРС:</b>	<b>168</b>	

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

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### *Темы рефератов*

1. Границы возможностей аналитических методов и моделей
2. Функциональная модель и уровни ее детализации
3. Прогнозные имитационные модели
4. Характеристики основных законов распределения случайных величин
5. Типовые математические схемы описания процессов
6. Элементы теории систем массового обслуживания
7. Классификация моделирующих алгоритмов
8. Подробное описание моделирующего алгоритма
9. Моделирование случайных величин различных типов, случайных событий
10. Проблема переходного режима функционирования процесса при постановке экспериментов
11. Обзор программных систем имитационного моделирования
12. Обоснование использования конкретной программной среды
13. Примеры построения имитационных моделей в среде AnyLogic.
14. Язык программирования SIMSCRIPT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
15. Язык программирования SLAM (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
16. Язык программирования SIMANT (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
17. Язык программирования GPSS (история возникновения, общее описание, возможности имитации)
18. Инструментальное средство имитации ARIS Toolset (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
19. Инструментальное средство имитации ITHINK (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
20. Инструментальное средство имитации Powersim Studio (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
21. Инструментальное средство имитации Extend (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)

22. Инструментальное средство имитации GPSS/H (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
23. Инструментальное средство имитации GPSS/World (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
24. Инструментальное средство имитации SIMPROCESS (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
25. Инструментальное средство имитации AllFusion Process Modeler (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
26. Инструментальное средство имитации ProcessModel (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
27. Инструментальное средство имитации AnyLogic (история возникновения, общее описание, сфера применения, возможности имитации)
28. Инструментальное средство имитации Wit

*Вопросы для оценки качества освоения дисциплины*

1. Этапы построения имитационных моделей
2. Применение теории вероятностей и математической статистики к имитационному моделированию
3. Статистические проблемы имитационного моделирования.
4. Сбор информации о системе, формулирование проблемы и определение целей исследования
5. Структура представления данных в имитационных моделях
6. Виды оценок и методы оценивания параметров имитационной модели
7. Общие положения проверки гипотез о согласии
8. Разработка концептуальной модели: логико-математическое описание моделируемой системы в соответствии с формулировкой проблемы
9. Создание имитационной модели средствами системы моделирования
10. Испытание и исследование имитационной модели с использованием исходных данных моделирования
11. Проведение направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели
12. Анализ и интерпретация результатов имитационного моделирования
13. Аналитический метод имитационного моделирования
14. Метод статистических испытаний
15. Комбинированный метод построения имитационных моделей
16. Параметры и переменные имитационной модели
17. Классификация имитационных моделей в зависимости от типа модельного времени

18. Принцип  $\Delta t$  в имитационном моделировании
19. Принцип особых состояний
20. Датчики случайных величин
21. Метод середины квадрата
22. Мультипликативный конгруэнтный метод
23. Требования к базовым датчикам и их проверка
24. Имитация случайного события
25. Имитация сложного события
26. Имитация сложного события, состоящего из зависимых событий
27. Имитация событий, составляющих полную группу
28. Моделирование дискретных случайных величин
29. Моделирование непрерывных случайных величин
30. Метод обратной функции
31. Метод Неймана (режекции)
32. Алгоритм получения значений нормально распределенной случайной величины
33. Алгоритм получения случайной величины, распределенной по Пуассону.
34. Имитация нестационарных случайных процессов
35. Имитация стационарных СП
36. Статистические проблемы имитационного моделирования
37. Условие системности имитационного моделирования
38. Модели общих систем
39. Возможности интеграции имитирующих моделей с помощью моделей общих систем
40. Дискретные имитационные системы
41. Непрерывные имитационные системы
42. Принципы и методы построения имитационных моделей
43. Аналитический метод построения имитационной модели
44. Метод статистического моделирования
45. Комбинированный подход
46. Сетевое имитационное моделирование, входные и выходные спецификации
47. Определение системы массового обслуживания и ее компонент
48. Общая модель системы массового обслуживания
49. Функциональные характеристики системы массового обслуживания
50. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем
51. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей
52. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению
53. Моделирование прогнозирования объёма продаж
54. Имитационное моделирование операций с ценными бумагами



- 55. Имитационное моделирование инвестиционных рисков
- 56. Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов
- 57. Современные программные продукты в области построения системы согласованных тарифов
- 58. Проблема взаимосвязанной имитации процессов в совокупности производственно-технологических и социально-экономических систем
- 59. Планирование имитационного эксперимента. Стратегии запуска и правила останковки

## **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 экзамена, сетевого компьютерного тестирования.) Промежуточной формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является экзамен.

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях (устный опрос, решение задач) - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних контрольных работ (самостоятельная работа) - 10 баллов.

Текущий контроль по ДМ:

- письменная контрольная работа -15 баллов;
- тестирование – 15 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный экзамен (тестирование) - 30 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 участия на практических занятиях*

*Устный опрос.* Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Показатели оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Критерии оценивания устного опроса:

86-100 баллов ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

66-85 баллов ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для 86-100 баллов, но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

51-65 балл ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0-50 баллов ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

*Решение задач.*

86-100 баллов выставляется, если студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

66-85 баллов выставляется, если студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

51-65 балл выставляется, если студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

0-50 баллов выставляется студенту, если он даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм решения.

*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 выполнение 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 выполнение 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 устного экзамена*

Экзаменационные билеты включают три типа заданий:

1. Теоретические вопросы из курса лекций и практических работ. - 30 баллов.

2. Практические вопросы по лекционному и практическому материалу. - 40 баллов.

3. Проблемные вопросы и расчетные задачи. - 30 баллов. В проверка

качества подготовки студентов на экзаменах заканчивается выставлением отметок по принятой пятибалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). 86-100 баллов - оценка «отлично» - студент владеет знаниями по дисциплине «Методы машинного обучения» в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, свободно решает ситуационные задачи повышенной сложности; хорошо знаком с основной литературой; увязывает теоретические аспекты дисциплины с прикладными задачами исследования операций и методов оптимизации; владеет современными информационными технологиями решения прикладных задач. 66-85 баллов - оценка «хорошо» – студент владеет знаниями дисциплины «Методы машинного обучения» почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести ситуационные задачи; умеет трактовать выбор тех или иных методов и средств решения прикладных задач. 51-65 балл - оценка «удовлетворительно» - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине «Методы машинного обучения»; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом при решении задач исследования операций. 0-50 баллов – оценка «неудовлетворительно» - студент не освоил обязательного минимума знаний дисциплины «Методы машинного обучения», не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора. Критерии оценки экзамена 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.

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **а) адрес сайта курса**

1. Учебный курс на платформе Moodle «Математическое и имитационное моделирование» — Режим доступа: <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=2052> (дата обращения: 11.03.2022)

## б) основная литература:

1. Касимова Т.М. Математическое и имитационное моделирование: учеб.-метод. пособие / Касимова, Таиса Маллаевна; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2017. - 75 с. - 101-00. (количество экз. – 83)

2. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Ю. Салмина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70012.html> (дата обращения: 07.03.2022)

3. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Н. Черняева, В.В. Денисенко. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — 978-5-00032-180-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630.html> (дата обращения: 07.03.2022)

## б) дополнительная литература

4. Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 525 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html> (дата обращения: 07.03.2022)

5. Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Э.Р. Домке. — Электрон. текстовые данные. — Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. — 296 с. — 978-5-9282-0733-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100.html> (дата обращения: 07.03.2022)

6. Инструментальные средства математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Золотарев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 90 с. — 978-5-9275-0887-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46963.html> (дата обращения: 07.03.2022)

7. 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: 07.03.2022)

8. Фомин В.Г. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Фомин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени

Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 87 с. — 918-5-7433-2861-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76483.html> (дата обращения: 07.03.2022)

## **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: 01.03.2022). — 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: 01.03.2022).

3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения обо всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. — Махачкала, 2010 — Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 01.03.2022).

## **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 сложных информационных систем» в конце каждого модуля проводится контрольная работа.

Рабочей программой дисциплины «Имитационное моделирование сложных информационных систем» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 104 часов (159 часов — для заочной ФО). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

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

С самого начала изучения дисциплины студент должен четко уяснить, что без систематической самостоятельной работы успех невозможен. Эта работа должна регулярно начинаться сразу после лекционных занятий, для закрепления только что пройденного материала. После усвоения 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, Python 3.9.9, Matlab International Academic Edition Individual, Simulink International AcademicEditionIndividual, системы имитационного моделирования Anylogic, Arena.

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

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

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