

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Факультет управления  
Кафедра Бизнес-информатики и высшей математики*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Имитационное моделирование**

Образовательная программа  
**38.03.05 – Бизнес информатика**

Профиль подготовки  
«**Технологическое предпринимательство**»

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Форма обучения  
**очная, заочная**

Статус дисциплины: **по выбору**

Махачкала, 2019год

Рабочая программа дисциплины Имитационное моделирование составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 № 1002

Разработчик: кафедра Бизнес-информатики и высшей математики, к.ф.-м.н. доцент Ибаев Ж.Г.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры Бизнес-информатики и высшей математики от «20» марта 2019г. протокол № 6  
зав. кафедрой Н.О. Омарова Н.О.

на заседании Учебно-методической комиссии факультета управления от «10» апреля 2019г. протокол № 8

председатель Л.Г. Гашимова Л.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «15» апреля 2019г. А.Г. Гасангаджиева А.Г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Раздел программы</b>	<b>Стр.</b>
Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)	5
4. Объем, структура и содержание дисциплины	6
5. Образовательные технологии	9
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	9
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	18
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	19
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 38.03.05 – бизнес информатика

Дисциплина реализуется на факультете управления кафедрой бизнес-информатики и высшей математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с имитационным моделированием сложных систем, изучением способов имитационного моделирования. Рассматриваются методы, алгоритмы и способы имитационного моделирования.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-1, общепрофессиональных ОПК-2, профессиональных – ПК-5.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущий контроль успеваемости в форме опросов, рефератов, дискуссий, тестов, решения задач и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины три зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 108 ч.

Се- мест р	Учебные занятия						СРС, в том чис- ле экза- за- мен	Форма про- межуточной аттестации (зачет, диф- ференциро- ванный за- чет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподава- телем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Прак- тиче- ские заня- тия	КСР	кон- сульта- ции			
5	108	20	16	16			56	экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование у студентов теоретических знаний, практических умений и навыков по принципам математического и имитационного моделирования, ознакомление с моделями систем массового обслуживания, овладение методами построения имитационных моделей для решения экономических задач, овладение методикой построения имитационных моделей в системе Anylogic.

### Задачи дисциплины:

изучение существующих технологий имитационного моделирования;  
изучение основных методов имитационного моделирования;  
овладение практическими умениями и навыками реализации технологий имитационного моделирования, овладение методами построения имитационных моделей для решения экономических задач, овладение методикой построения имитационных моделей в системе Anylogic.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

3 курс (5-й семестр) по очной форме обучения (полный срок обучения).  
Изучение предусмотрено в базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

Учебная дисциплина «Имитационное моделирование» базируется на изучении дисциплин «Информационные технологии», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математика», «Методы оптимальных решений».

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК -1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания. Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.
ОПК-2	способностью находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность; готов к ответственному и целеустремленному решению поставленных профессиональных задач во взаимодействии с обществом, коллективом, партнерами	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания. Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.
ПК-5	проведение обследования деятельности и ИТ-инфраструктуры предпри-	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания.

	ятий	Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.
--	------	---

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ 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	Контроль самост.		
<b>Модуль 1. Наука и искусство моделирования: проблемы разработки моделей</b>									
1	Общие принципы моделирования	5		2	2	2	1	4	
2	Имитационное моделирование	5		2	2	2	1	4	
3	Концепция универсальной системы имитационного моделирования			2	2	2	1		
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6	6	6	3	8	к/р по модулю №1
<b>Модуль 2. Имитационное моделирование</b>									
1	Датчики псевдослучайных чисел	5		4	2	2	2	3	
2	Системная динамика	5		2	2	2	2	3	
3	Концепция объектно-ориентированной системы моделирования			2	2	2	2		
	<i>Итого по модулю 2:</i>			8	6	6	6	6	к/р по модулю №2
<b>Модуль 3. Аналитическое моделирование</b>									
1	Статистическая обработка результатов эксперимента	5		2	2	2	2	4	
2	Прогнозирование параметров системы.	5		4	2	2	2	2	

	<i>Итого по модулю 3:</i>			6	4	4	4	6	к/р по модулю №3
	<b>ИТОГО:</b>	5		20	16	16	13	20 +3 6	экзамен

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

#### **Модуль 1: Наука и искусство моделирования: проблемы разработки моделей**

##### **Тема 1. Общие принципы моделирования**

Предварительные определения. Понятие «Модель». Требования, предъявляемые к модели. Функции модели. Классификация моделей. Примеры моделей

##### **Тема 2. Имитационное моделирование**

Понятие имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования. Процесс имитационного моделирования.

##### **Тема 3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования**

#### **Модуль 2: Имитационное моделирование**

##### **Тема 4. Датчики псевдослучайных чисел**

Датчики псевдослучайных чисел. Оценка качества. Выбор параметров ЛК-генератора. Проверка генераторов псевдослучайных чисел. Проверка равномерности распределения элементов последовательности с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Спектральный тест.

##### **Тема 5. Системная динамика**

Предпосылки и ограничения. Системная динамика. Базовые принципы системной динамики. Преобразование системно-динамической модели, реализованной в PSC, в код алгоритмического языка высокого уровня.

##### **Тема 6. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования**

#### **Модуль 3: Аналитическое моделирование**

##### **Тема 7. Статистическая обработка результатов эксперимента**

Обозначения. Предварительные понятия и определения. Оценка параметров линейной многофакторной модели. Построение линейной многофакторной регрессионной модели

##### **Тема 8. Прогнозирование параметров системы.**

Прогнозирование с помощью методов экстраполяции. Модель Хольта-Уинтерса.

#### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

#### **Модуль 1. Наука и искусство моделирования: проблемы разработки моделей**

### *Тема 1. Общие принципы моделирования*

1. Предварительные определения.
2. Понятие «Модель».
3. Требования, предъявляемые к модели.
4. Функции модели.
5. Классификация моделей.
6. Примеры моделей

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10)*

### *Тема 2. Имитационное моделирование*

1. Понятие имитационного моделирования.
2. Преимущества и недостатки имитационного моделирования.
3. Процесс имитационного моделирования.

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8 (1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10)*

### *Тема 3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования*

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10)*

## **Модуль 2. Имитационное моделирование**

### *Тема 4. Датчики псевдослучайных чисел*

1. Датчики псевдослучайных чисел.
2. Оценка качества.
3. Выбор параметров ЛК-генератора.
4. Проверка генераторов псевдослучайных чисел.
5. Проверка равномерности распределения элементов последовательности с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.
6. Спектральный тест.

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10)*

### *Тема 5. Системная динамика*

1. Предпосылки и ограничения.
2. Системная динамика.
3. Базовые принципы системной динамики.
4. Преобразование системно-динамической модели, реализованной в PSC, в код алгоритмического языка высокого уровня.

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10)*

### *Тема 6. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования*

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8 (1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12)*

## **Модуль 3. Аналитическое моделирование**

### *Тема 7. Статистическая обработка результатов эксперимента*

1. Обозначения.
2. Предварительные понятия и определения.
3. Оценка параметров линейной многофакторной модели.
4. Построение линейной многофакторной регрессионной модели

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,12)*

*Тема 8. Прогнозирование параметров системы.*

1. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции.
2. Модель Хольта-Уинтерса.

*Ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п.8(1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,12)*

## **5. Образовательные технологии**

Современные образовательные технологии в преподавании дисциплины «Имитационное моделирование» ориентированы на реализацию инновационных методов обучения как слагаемых учебного процесса. Они учитывают преимущества компетентностного подхода к изучению дисциплины, обеспечивают повышение качества знаний, необходимых для профессиональной деятельности управленцев.

Для проведения лекционных и практических занятий используются различные образовательные технологии с использованием активных и интерактивных форм обучения.

Лекции проводятся с использованием средств визуализации лекционного материала (мультимедийных презентаций) и применением таких методов и технологий, как тематическая дискуссия, проблемная лекция, обзорная лекция, лекция-информация с использованием фактических данных и т.п.

При ведении практических занятий по данной дисциплине используются такие стандартные методы обучения, как тестирование, фронтальный опрос, индивидуальный опрос, выполнение лабораторных работ, метод малых групп и т.п. При проведении практических занятий в интерактивной форме используются следующие методы: анализ конкретных ситуаций, тематическая групповая дискуссия, деловая игра, блиц-опрос, проблемный семинар, научный кружок.

К участию в проведении занятий привлекаются также представители российских компаний, государственных и общественных организаций.

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

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа студентов, она осуществляется студентами индивидуально и под руководством преподавателя.

Самостоятельная работа по дисциплине, предусмотренная учебным планом в объеме 40 часов, направлена на более глубокое усвоение изучаемого курса, формирование навыков исследовательской работы и ориентирование студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Основными видами самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины «Анализ данных» выступают следующие:

- 1) проработка учебного материала;
- 2) работа с электронными источниками;
- 3) обработка аналитических данных;
- 4) подготовка докладов к участию в тематических дискуссиях;
- 5) работа с вопросами;
- 6) написание рефератов;

*Виды и формы контроля самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины «Анализ данных»*

Разделы дисциплины	Виды самостоятельной работы (и ссылки на литературу <sup>1</sup> )	Количество часов	Форма контроля
<u>Раздел 1.</u> Наука и искусство моделирования: проблемы разработки моделей	проработка учебного материала, работа с электронными источниками, выполнение лабораторных работ, обработка аналитических данных, подготовка докладов к участию в тематических дискуссиях, работа с тестами и вопросами, написание рефератов. (1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,12)	18	Тестирование, дискуссия, опрос,
<u>Раздел 2.</u> Имитационное моделирование	проработка учебного материала, работа с электронными источниками, выполнение лабораторных работ, обработка аналитических данных, подготовка докладов к участию в тематических дискуссиях, работа с тестами и вопросами, написание рефератов. (1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11)	22	Тестирование, дискуссия, опрос, проверка домашнего задания, обсуждение докладов, защита рефератов
<u>Раздел 3.</u> Аналитическое моделирование	проработка учебного материала, работа с электронными источниками, выполнение лабораторных работ, обработка аналитических данных, подготовка докладов к участию в тематических дискуссиях, работа с тестами и вопросами, написание рефератов. (1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12)	18	Тестирование, дискуссия, опрос, проверка домашнего задания, обсуждение докладов, защита рефератов
Итого		58	

Написание реферата используется в учебном процессе с целью развития у студентов умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов. С помощью рефератов студент глубже изучает разделы и темы дисциплины.

<sup>1</sup> Дается ссылка на учебно-методическую литературу, указанную в п. 8.

плины, учится логически мыслить, оформлять, докладывать, презентовать и защищать результаты самостоятельно проведенного научного исследования.

Процесс подготовки, написания и защиты реферата включает:

- выбор темы;
- подбор специальной литературы и иных источников, их изучение;
- составление плана;
- написание и оформление текста (5-15 машинописных страниц);
- подготовка тезисов доклада (на 7-10 минут);
- устное изложение в виде доклада, в том числе виде презентации.

Выбор темы реферата осуществляется в соответствии с предложенной преподавателем тематикой. В отдельных случаях студент может выбрать для своего реферата тему в соответствии с направлением его НИР.

Материал в реферате располагается в следующей последовательности:

- титульный лист;
- план работы;
- введение;
- текст работы (разбитый на разделы);
- заключение
- список литературы.

Содержание реферата студент докладывает на практическом занятии, заседании научного кружка, научно-практической конференции. На основе обсуждения студенту выставляется соответствующий балл за СРС.

### ***Примерная тематика рефератов по модулям и темам дисциплины***

#### **Модуль 1. Наука и искусство моделирования: проблемы разработки моделей**

##### *Тема 1. Общие принципы моделирования*

1. Роль и место моделирования в создании и исследовании систем.
2. Критерии качества математических моделей.
3. Основы математического моделирования: требования к моделям, свойства моделей, составление моделей, примеры.

##### *Тема 2. Имитационное моделирование*

1. Классификация методов построения моделей систем.
2. Построение моделей идентификации поисковыми методами.
3. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.

##### *Тема 3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования*

1. Технология построения моделей (в общем случае и для конкретных схем).
2. Математическое моделирование как наука и искусство.

3. Современные методы прогнозирования явлений и процессов.

## **Модуль 2. Имитационное моделирование**

### *Тема 4. Датчики псевдослучайных чисел*

1. Классификация языков и систем моделирования.
2. Методики вычислительного (компьютерного) эксперимента.
3. Перспективы развития компьютерного моделирования сложных систем.

### *Тема 5. Системная динамика*

1. Математические схемы вероятностных автоматов.
2. Сети массового обслуживания и их применение.
3. Типовые математические модели сетей массового обслуживания (открытых и замкнутых).

### *Тема 6. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования*

1. Качественные методы моделирования систем.
2. Системная динамика как методология и инструмент исследования сложных процессов.
3. Анализ сложных систем с помощью моделей клеточных автоматов.

## **Модуль 3. Аналитическое моделирование**

### *Тема 7. Статистическая обработка результатов эксперимента*

1. Эволюционное моделирование и генетические алгоритмы.
2. Современные подходы имитационного моделирования.
3. Распределенные системы имитационного моделирования..

### *Тема 8. Прогнозирование параметров системы.*

1. Способы управления временем в имитационном моделировании.
2. Использование онтологий в имитационном моделировании.
3. Методы интеллектуального анализа данных.
4. Методы прогнозирования на основе нечетких временных рядов.

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

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК -1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания. Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.	Устный опрос, письменный опрос, дискуссия, выполнение лабораторных работ
ОПК-2	способностью находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность; готов к ответственному и целеустремленному решению поставленных профессиональных задач во взаимодействии с обществом, коллективом, партнерами	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания. Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.	Устный опрос, письменный опрос, дискуссия, выполнение лабораторных работ
ПК-5	проведение обследования деятельности и ИТ-инфраструктуры предприятий	Знает основные понятия математического моделирования и имитации систем массового обслуживания. Умеет моделировать случайные величины и процессы с заданным законом распределения.. Владеет методикой выполнения имитационного моделирования в системе Anylogic.	Устный опрос, письменный опрос, дискуссия, выполнение лабораторных работ

## 7.2. Типовые контрольные задания

### *Примерная тематика докладов*

1. Косвенные методы построения функций принадлежности нечетких множеств.

2. Методы нечеткого моделирования.
3. Нечеткие методы классификации.
4. Использование нечетких представлений при построении и анализе моделей идентификации.
5. Определение и классификация неопределенностей в задачах моделирования систем.
6. Моделирование и анализ распределенных информационных систем.
7. Модификация сетей Петри для моделирования систем специального вида.
8. Обобщения сетей Петри.
9. Вложенные сети Петри и моделирование распределенных систем.
10. Классификация нечетких сетей Петри.
11. Многоагентные модели исследования систем.
12. Математические модели онтологии предметных областей.
13. Моделирование систем на основе анализа размерностей и теории подобия.
14. Модели информационного поиска в массиве документов.
15. Способы автоматизированного извлечения знаний о предметной области из текстов электронных документов.
16. Предметно-ориентированные системы научной осведомленности.
17. Нечеткие запросы к базам данных.

***Примерные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (экзамен, 5 семестр)***

1. Дайте определение понятия «модель».
2. Провести сопоставление понятий «модель», «система», «объект».
3. Какие требования предъявляются к модели?
4. Какие функции выполняет модель?
5. Перечислите классы моделей и их свойства согласно укрупненной классификации.
6. Назовите классы моделей и их свойства согласно детализированной классификации.
7. Какая модель называется имитационной?
8. Перечислите этапы построения имитационной модели.
9. Что происходит на этапе трансляции модели?
10. К каким последствиям может привести использование неадекватной модели?
11. В чем отличие стратегического и тактического планирования эксперимента?
12. На каких принципах строится концепция УСИМ?
13. Какие операции должна выполнять УСИМ?

14. Назовите этапы имитационного моделирования согласно концепции УСИМ.
15. Дайте определение понятия «датчик псевдослучайных чисел».
16. Что такое линейный конгруэнтный генератор?
17. Каким образом можно определить качество ЛК-генератора?
18. Перечислите принципы выбора параметров ЛК-генератора.
19. Что такое период генератора псевдослучайных чисел?
20. С помощью какого критерия можно проверить равномерность распределения чисел, полученных с помощью ЛК-генератора?
21. Что такое мощность ЛК-последовательности?
22. Каким образом можно подобрать параметры генератора с ненулевым аддитивным членом и составным модулем, чтобы его период был полным?
23. Назначение спектрального теста.
24. Назовите базовые принципы системной динамики.
25. Приведите структуру простейшей цепи обратной связи.
26. Дайте определение понятиям «уровень» и «темп»?
27. Назовите примеры программных продуктов, применяемых при построении имитационных моделей.
28. Что такое экзогенная переменная?
29. Что такое эндогенная переменная?
30. Как можно представить динамическую модель, основанную на системной динамике, в виде математических соотношений?
31. В чем заключается концепция объектно-ориентированной системы моделирования?
32. Что такое транзакт? Какие действия он может выполнять?
33. Приведите примеры транзактов.
34. Какими характеристиками обладает транзакт?
35. На что влияет приоритет транзакта?
36. Что представляет собой узел графа сети в концепции ООСМ?
37. Какие этапы необходимо пройти при проведении машинных экспериментов с моделью?
38. Дайте определение понятию «многофакторная модель».
39. Что характеризует остаточная дисперсия?
40. Назовите назначение коэффициента детерминации?
41. Каким образом можно оценить параметры многофакторной модели?
42. Назовите этапы построения многофакторной модели.
43. В чем заключается отрицательное воздействие коэффициента мультиколлинеарности на результат моделирования?
44. При выполнении расчетов коэффициентов корреляции коэффициент  $r_{12}$  оказался равным 0,8. Какой фактор необходимо исключить из модели?
45. По каким критериям проводится анализ факторов на статистическую значимость?

46. Для чего необходимо проверять модель на адекватность?
47. Что показывает коэффициент эластичности?
48. Назовите отличия предсказания от прогноза?
49. Приведите классификацию экстраполяционных методов прогнозирования.
50. На какие компоненты разбивается ряд при прогнозировании методами разложения ряда?
51. Влияют ли исходные данные на качество прогноза?
52. Назовите этапы прогнозирования с помощью методов экстраполяции.
53. В чем заключается подготовка исходных данных для выполнения прогноза?
54. В чем заключается критерий Дарбина-Уотсона?
55. Приведите характеристики модели Хольта-Уинтерса?

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

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий- 10 баллов (на каждом занятии),
- участие на практических занятиях 90 - баллов (на каждом занятии),
- выполнение самостоятельной работы (написание, защита, презентация докладов, рефератов, выполнение лабораторных работи др.) - 100баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 100 баллов, в т.ч.: теоретический вопрос - 20 баллов, решение задачи– 30 баллов, выполнение лабораторных работ – 50 баллов.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

##### ***а) основная литература:***

1. Емельянов, Александр Анатольевич. Имитационное моделирование экономических процессов : [учеб.пособие для вузов по специальности "Прикладная информатика (по областям)"] / Емельянов, Александр Анатольевич ; Е.А.Власова, Р.В.Дума; Под ред. А.А.Емельянова. - М. : Финансы и статистика, 2005. - 365 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 358-359. - Предм. указ.: с. 360-361. - Рекомендовано УМО. - ISBN 5-279-02572-0 : 170-00.
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. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70012.html> (1.09.18).

3. 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. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76483.html> (1.09.18).

**б) дополнительная литература:**

4. Гмурман, Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / Гмурман, Владимир Ефимович. - 12-е изд., перераб. - М. : Высш. образование, 2007, 2010, 2009, 2008. - 479 с. : ил. - (Основы наук). - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-9692-0150-7 : 153-00
5. Математика в экономике : [учеб. для экон. специальностей вузов]: в 2 ч. Ч.2 / [А.С.Солодовников, В.А.Бабайцев, А.В.Браилов, И.Г.Шандра]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2007, 2005. - 555,[1] с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 550. - Предм. указ.: с. 551-556. - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-279-02641-8 : 235-20.
6. Математика в экономике : [учеб. для экон. специальностей вузов]: в 2 ч. Ч.1 / [А.С.Солодовников, В.А.Бабайцев, А.В.Браилов, И.Г.Шандра]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2007, 2005. - 383 с. - Библиогр.: с. 375. - Предм. указ.: с. 376-383. - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-279-02640-1 : 201-60.
7. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Снетков. — Электрон.текстовые данные. — М. : Евразийский открытый институт, 2008. — 228 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10670.html> (1.09.18).
8. Журавлева Т.Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» [Электронный ресурс] / Т.Ю. Журавлева. — Электрон.текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 35 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27380.html> (1.09.18).
9. 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. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630.html> (1.09.18).
10. Решмин Б.И. Имитационное моделирование и системы управления [Электронный ресурс] / Б.И. Решмин. — Электрон.текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2016. — 74 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51719.html> (1.09.18).
11. 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. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66455.html> (1.09.18).

12. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Снетков. — Электрон.текстовые данные. — М. : Евразийский открытый институт, 2008. — 228 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10670.html> (1.09.18).

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

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Учебно-информационный центр АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров и выполнение предлагаемых заданий в виде рефератов, докладов решения задач и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. На практических занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении вопросов темы, докладов, рефератов, решении ситуационных задач, выполнении лабораторных работ и т.п.

При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить конспект лекций по заданной теме, ознакомиться с соответствующим разделом в учебнике, рекомендованном в качестве основной литературы. Студент может ознакомиться и с дополнительной литературой: периодические издания, интернет- источники.

Форма работы с литературой может быть разнообразной – начиная от комментированного чтения и кончая выполнением различных заданий на ос-

нове прочитанной литературы. Например; составление плана, подбор выписок из литературы по заданным вопросам; конспектирование текста.

Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы, повторение материалов практических занятий

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

***а) программное обеспечение:***

1. ППП MS Office 2010
2. Anylogic

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

Для проведения лекционных занятий: требуется аудитория, оборудованная меловой доской, интерактивной доской, мультимедийным проектором с экраном.

Для проведения лабораторных работ: требуется специализированный компьютерный класс.