

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  Д.В.Панфилов  
«      »      20    г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины

«Имитационное моделирование»

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль «Технологии искусственного интеллекта»

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

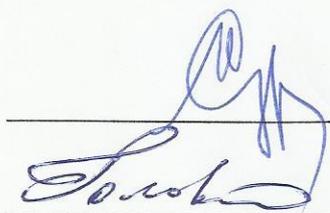
Год начала подготовки 2020

Автор программы



/ Михин Е.А./

Заведующий кафедрой  
Инноватики и  
строительной физики



/ Суровцев И.С./

Руководитель ОПОП



/ Головинский П.А./

Воронеж 20

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Дать базовые знания по основным методам решения задач на основе имитационного моделирования, привить навыки создания имитационных моделей систем различного назначения, дать методологию планирования экспериментов, и применения полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями сложных систем. В рамках данного курса будут рассмотрены теоретические и прикладные аспекты создания имитационных моделей, методах планирования и проведения экспериментов над моделями различных сложных систем.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить методы системной динамики;
- Освоить методы агентного моделирования;
- Освоить методы моделирования дискретно-событийных и динамических систем;
- Освоить методы стохастического моделирования;
- Освоить методы эволюционного моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Имитационное моделирование» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Имитационное моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;

ПК-3 - Способен управлять моделью сервисов и персоналом, осуществляющим предоставление сервисов.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать: закономерности и принципы развития систем; законы распределения вероятностей; теорию дифференциальных уравнений; алгоритмические языки программирования (Python);
	уметь: решать системы диф. уравнений точными и численными методами; строить графики распределения вероятностей с помощью пакетов прикладных программ; создавать программные средства для решения задач в

	изучаемой предметной области; оценивать оптимальность моделируемых систем;
	владеть: методиками построения систем; современными методами проектирования систем;
ПК-3	знать: основы построения моделей системной динамики; процедуры разработки агентной модели; теоретические основы моделирования недетерминированных систем; теоретические основы эволюционного моделирования;
	уметь: моделировать причинно-следственные связи; строить алгоритмы и управлять ими; использовать аналитические измерения для дискретизации потоков; анализировать достоверность результатов имитационного моделирования; применять генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации;
	владеть: навыками применения технологий имитационного моделирования; навыками построения стохастических алгоритмов; навыками построения эволюционных алгоритмов; способностью воздействовать на информационные системы для достижения поставленных целей.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Имитационное моделирование» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
<b>В том числе:</b>		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
<b>Самостоятельная работа</b>	126	126
<b>Курсовой работа</b>	+	+
Часы на контроль	–	–
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные методы моделирования динамики сложных систем	Основы построения имитационных моделей сложных систем.	2	4	–	14	20
2	Обзор численных методов решения уравнений и систем уравнений	Численное решение систем обыкновенных уравнений. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	4	–	14	20
3	Агентное моделирование	Процедура разработки агентной модели.	2	4	–	14	20
4	Подходы к дискретно-событийному моделированию систем	Методы имитационного моделирования сложных динамических систем	2	4	–	14	20
5	Стохастическое и эволюционное моделирование	Методы построения генетических алгоритмов.	4	8	–	28	40
6	Примеры использования имитационных моделей	Динамическая модель управления беспилотным летательным аппаратом. Динамическая модель биржевых торгов. Динамическая модель системы «хищник-жертва». Динамическая модель дорожного движения. Динамическая модель поведения толпы	6	12	–	42	60
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>–</b>	<b>126</b>	<b>180</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовых работ: «Построение имитационных моделей сложных динамических систем».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Применение теоретических знаний к практической задаче моделирования сложной динамической системы;
- Обоснование применяемых подходов и методов;
- Написание компьютерных программ;
- Оценка адекватности полученной модели.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать: закономерности и принципы развития систем; законы распределения вероятностей; теорию дифференциальных уравнений; алгоритмические языки программирования (Python);	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: решать системы диф. уравнений точными и численными методами; строить графики распределения вероятностей с помощью пакетов прикладных программ; создавать программные средства для решения задач в изучаемой предметной области; оценивать оптимальность моделируемых систем;	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: методиками построения систем;	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренн	Невыполнение работ в срок, предусмотренн

	современными методами проектирования систем;		ый в рабочих программах	ый в рабочих программах
ПК-3	знать: основы построения моделей системной динамики; процедуры разработки агентной модели; теоретические основы моделирования недетерминированных систем; теоретические основы эволюционного моделирования;	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: моделировать причинно-следственные связи; строить алгоритмы и управлять ими; использовать аналитические измерения для дискретизации потоков; анализировать достоверность результатов имитационного моделирования; применять генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации;	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: навыками применения технологий имитационного моделирования; навыками построения стохастических алгоритмов; навыками построения эволюционных алгоритмов; способностью воздействовать на информационные системы для достижения поставленных целей.	Практически е занятия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

- «зачтено»;
- «незачтено»;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Незачтено
УК-1	знать: закономерности и	Тест	Выполнение теста на 90-	В тесте менее 70% правильных

	<p>принципы развития систем; законы распределения вероятностей; теорию дифференциальных уравнений; алгоритмические языки программирования (Python);</p>		100%	ответов
	<p>уметь: решать системы диф. уравнений точными и численными методами; строить графики распределения вероятностей с помощью пакетов прикладных программ; создавать программные средства для решения задач в изучаемой предметной области; оценивать оптимальность моделируемых систем;</p>	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Задачи не решены
	<p>владеть: методиками построения систем; современными методами проектирования систем;</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Задачи не решены
ПК-3	<p>знать: основы построения моделей системной динамики; процедуры разработки агентной модели; теоретические основы моделирования недетерминированных систем; теоретические основы эволюционного моделирования;</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь: моделировать причинно-следственные связи; строить алгоритмы и управлять ими; использовать аналитические измерения для дискретизации потоков; анализировать достоверность результатов имитационного моделирования; применять генетические</p>	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Задачи не решены

алгоритмы для многокритериальной оптимизации;			
владеть: навыками применения технологий имитационного моделирования; навыками построения стохастических алгоритмов; навыками построения эволюционных алгоритмов; способностью воздействовать на информационные системы для достижения поставленных целей.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

**Вопрос 1**

Текст вопроса

Какую роль могут исполнять элементы delay в СМО?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Оператора
- b. Кассира
- c. Любого исполнителя
- d. Посетителя
- e. Кассового чека

**Вопрос 2**

Текст вопроса

Если в AnyLogic поток начинает течение "из ниоткуда", то какой символ рисуется в его начальной точке?

Выберите один ответ:

- Облако
- Квадрат
- Песочные часы
- Овал

**Вопрос 3**

Текст вопроса

Верно ли, что AnyLogic учитывает регистр клавиатуры в именах элементов?

Выберите один ответ:

- Верно

Неверно

#### Вопрос 4

Текст вопроса

Какой язык программирования используется в AnyLogic для создания моделей?

Выберите один ответ:

- a. Java
- b. java script
- c. C++
- d. C#

#### Вопрос 5

Текст вопроса

Какое из свойств Source влияет на интенсивность (на случайную величину распределения заявок)?

Выберите один ответ:

- a. newEntity
- b. onExit
- c. interarrivalTime
- d. limitArrivals

#### Вопрос 6

Пока нет ответа

Текст вопроса

Выберите для каждого графического отображения элемента AnyLogic его тип

- Переменная.
- Динамическая переменная;
- Параметр;
- Событие
- Накопитель.
- Ответ

#### Вопрос 7

Текст вопроса

Традиционные подходы имитационного моделирования рассматривают служащих компании, проекты, продукты, клиентов, партнеров как среднее арифметическое или как пассивные заявки/ресурсы в процессе. Какой вид имитационного моделирования не относится к этим традиционным подходам?

Выберите один ответ:

- a. Агентное моделирование
- b. Дискретно-событийное моделирование
- c. Системная динамика

### Вопрос 8

Текст вопроса

Основное средство этого вида имитационного моделирования в AnyLogic - это библиотека Process Modeling Library. В эту библиотеку вошли объекты для определения "потока": Source (источник), Sink (выход из системы), Delay (задержка), Queue (очередь), Service (обслуживание), SelectOutput (выбор пути), и т.д., а также задействованных в процессе ресурсов.

О каком виде имитационного моделирования идет речь?

Выберите один ответ:

- a. Агентное моделирование
- b. Дискретно-событийное моделирование
- c. Системная динамика

### Вопрос 9

Текст вопроса

К какому виду имитационного моделирования относится модель, элементы которой следующие: накопитель, поток, параметры, циклы?

Выберите один ответ:

- a. Агентное моделирование
- b. Дискретно-событийное моделирование
- c. Системная динамика

### Вопрос 10

Текст вопроса

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

Выберите один ответ:

- a. Дискретное
- b. Статическое
- c. Статистическое
- d. Динамическое

### Вопрос 11

Текст вопроса

Какие модели описывают процессы в которых отсутствуют всякие случайные величины и даже случайные процессы.

Выберите один ответ:

- a. Детерминированные
- b. Стахостические
- c. Стахостические
- d. Физические

### Вопрос 12

Текст вопроса

Позволяет отображать непрерывный процесс в системе...

Выберите один ответ:

- a. Непрерывное моделирование
- b. Прерывное динамическое моделирование
- c. Дискретное моделирование
- d. Математическое моделирование

### Вопрос 13

Текст вопроса

Выберите для каждого примера имитационной модели наиболее подходящий уровень абстракции

ИМ социальной системы

ИМ склада

ИМ системы контроля

ИМ управления проектами

Ответ

### Вопрос 14

Текст вопроса

Какой тип модели не является имитационным?

Выберите один ответ:

- a. Системная динамика
- b. Агентное моделирование
- c. Статистические системы
- d. Дискретно-событийное

### Вопрос 15

Текст вопроса

Модель по сравнению с моделируемым объектом содержит:

Выберите один ответ:

- a. Меньше информации
- b. Больше информации
- c. Столько же информации

### Вопрос 16

Текст вопроса

Предмет, процесс или явление, имеющее уникальное имя и представляющее собой единое целое, называют:

Выберите один ответ:

- a. Объектом
- b. Моделью
- c. Алгоритмом

### Вопрос 17

Текст вопроса

Материальной моделью не является:

Выберите один ответ:

- a. Кукла
- b. Рисунок
- c. Чучело

### Вопрос 18

Текст вопроса

В каких программных системах реализовано имитационное моделирование - системная динамика (динамические системы)?

Выберите один или несколько ответов:

- a. AnyLogic
- b. Simulink
- c. Electronics Workbench

### Вопрос 19

Текст вопроса

Определите ошибку, имеющуюся на диаграмме состояний в AnyLogic

Выберите один ответ:

Названия состояний должны быть на английском языке

Прозрачный фон сложного состояния "Внимание"

Кривые переходы в сложном состоянии "Внимание"

Указатель начального состояния должен быть внутри сложного состояния "Внимание"

### Вопрос 20

Текст вопроса

Какая модель отображена на рисунке в AnyLog?

Выберите один ответ:

- a. дискретно-событийная
- b. агентная
- c. системная динамика

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

- моделирование процессов логистики для определения временных и стоимостных параметров;
- управление процессом реализации инвестиционного проекта на различных этапах его жизненного цикла с учетом возможных рисков и тактики выделения денежных сумм;
- анализ клиринговых процессов в работе сети кредитных организаций (в том числе применение к процессам взаимозачетов в условиях российской банковской системы);

- прогнозирование финансовых результатов деятельности предприятия на конкретный период времени (с анализом динамики сальдо на счетах);
- бизнес-реинжиниринг несостоятельного предприятия (изменение структуры и ресурсов предприятия-банкрота, после чего с помощью имитационной модели можно сделать прогноз основных финансовых результатов и дать рекомендации о целесообразности того или иного варианта реконструкции, инвестиций или кредитования производственной деятельности);
- анализ адаптивных свойств и живучести компьютерной региональной банковской информационной системы (например, частично вышедшая из строя в результате природной катастрофы система электронных расчетов и платежей после катастрофического землетрясения 1995 г. на центральных островах Японии продемонстрировала высокую живучесть: операции возобновились через несколько дней);
- оценка параметров надежности и задержек в централизованной экономической информационной системе с коллективным доступом (на примере системы продажи авиабилетов с учетом несовершенства физической организации баз данных и отказов оборудования);
- анализ эксплуатационных параметров распределенной многоуровневой ведомственной информационной управляющей системы с учетом неоднородной структуры, пропускной способности каналов связи и несовершенства физической организации распределенной базы данных в региональных центрах;
- моделирование действий курьерской (фельдъегерской) вертолетной группы в регионе, пострадавшем в результате природной катастрофы или крупной промышленной аварии;
- анализ сетевой модели PERT (Program Evaluation and Review Technique) для проектов замены и наладки производственного оборудования с учетом возникновения неисправностей;
- анализ работы автотранспортного предприятия, занимающегося коммерческими перевозками грузов, с учетом специфики товарных и денежных потоков в регионе;
- расчет параметров надежности и задержек обработки информации в банковской информационной системе.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Понятие имитационного моделирования и модели. Моделирующая система (пакет прикладных программ).
2. Типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования экономических процессов. Ситуации, в которых целесообразно применять имитационные модели.
3. Функционально-структурная схема имитационной модели.
4. Основные типовые этапы имитационного моделирования при создании модели «вручную».

5. Основные типовые этапы имитационного моделирования при создании модели с помощью конструкторских CASE-систем.
6. Правила и способы компьютерной реализации модели. Обзор прикладных систем имитационного моделирования.
7. Общая характеристика объектов имитационной модели (графа, слоя, актора, узла (процесса), ресурса, пространства в.
8. Часы модельного (виртуального) времени. Точность событийного таймера.
9. Моделирование одноканальных, многоканальных и многофазных систем массового обслуживания.
10. Моделирование развивающегося экономического процесса на объекте экономики.
11. Моделирование региональной динамики (субъект федерации, регион, полигон).
12. Моделирование динамики денег и финансовых инструментов.
13. Моделирование сложных систем, в которых установившийся режим невозможен на всём жизненном цикле.
14. Имитационные модели-трансформеры экономических процессов, их назначение и принципы реализации.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Понятие модели.
2. Виды моделей.
3. Цели моделирования.
4. Границы возможностей классических математических методов в экономике.
5. Математические предпосылки создания имитационной модели.
6. Примеры задач, решаемых с помощью имитационного моделирования.
7. Этапы имитационного моделирования.
8. Проверки гипотез о категориях типа событие $\leftrightarrow$  явление $\leftrightarrow$  поведение.
9. Типовые системы имитационного моделирования.
10. Имитация работы объекта экономики в трех измерениях: материальные, денежные и информационные потоки.
11. Уровни абстрагирования.
12. Адекватность модели.
13. Уровни абстрагирования в современных парадигмах имитационного моделирования.
14. Проблемы разработки имитационных моделей.
15. Структурный анализ процессов объекта.
16. Функциональная модель и ее диаграммы.
17. Процесс создания двух взаимосвязанных моделей: функциональной структурной и динамической имитационной.
18. Автоматизированное конструирование моделей бизнес-процессов.
19. Динамические модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики.
20. Динамические модели процессов мировой экономики.

21. Имитация процессов финансирования и денежных потоков.
22. Моделирование клиринговых процессов.
23. Транзакты и их «семейства».
24. Разомкнутые и замкнутые схемы моделей.
25. Основные объекты модели фирмы с учетом ее взаимодействий: с рынком, с банками, с бюджетом, с поставщиками, с наемным трудом.
26. Планирование компьютерного эксперимента. Масштаб времени.
27. Анализ чувствительности модели к изменению входных данных.
28. Оптимизационный эксперимент как обратная детерминированная задача.
29. Процессы массового обслуживания в экономических системах.
30. Метод Монте-Карло.
31. Потоки, задержки, обслуживание. Датчики случайных величин.
32. Формула Поллачека-Хинчин.
33. Пуассоновские процессы.
34. Использование таймеров для реализации задержек.
35. Использование стейтчартов для реализации состояний объектов модели.
36. Использование событий и сообщений для организации взаимодействия объектов модели.
37. Имитация основных процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Незачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 20 баллов

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные методы моделирования динамики сложных систем	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Обзор численных методов решения уравнений и систем уравнений	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных

			работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
3	Агентное моделирование	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Подходы к дискретно-событийному моделированию систем	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Стохастическое и эволюционное моделирование	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
6	Примеры использования имитационных моделей	УК-1, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Мешечкин В.В., Косенкова М.В. Имитационное моделирование [электронный ресурс] / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Электронные текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. – 116 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=232371&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232371&sr=1)

2. Лялин В.Е. Математическое моделирование и информационные технологии в экономике предприятия: учебное пособие / В.Е. Лялин, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 291 с.

3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебник / А.И. Орлов. – М.: КноРус, 2015. – 567 с.

4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник. – 7-е изд. – Издательство Юрайт, 2014.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
2. Консультирование посредством электронной почты.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для использования презентаций при проведении лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется компьютерный класс с комплексом лицензионного программного обеспечения: пакетами Microsoft Office, Python.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Имитационное моделирование» читаются лекции, проводятся практические занятия и выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.