

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Экономическое отделение



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### **Программа дисциплины** Имитационное моделирование систем

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Реинжиниринг бизнес-процессов предприятий (организаций)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Ишмурадова И.И. (Кафедра бизнес-информатики и математических методов в экономике, Экономическое отделение), I1shmuradova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	умение позиционировать электронное предприятие на глобальном рынке; формировать потребительскую аудиторию и осуществлять взаимодействие с потребителями, организовывать продажи в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет")

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методику позиционирования электронного предприятия на глобальном рынке; формировать потребительскую аудиторию и осуществлять взаимодействие с потребителями, организовывать продажи в информационно-телекоммуникационной сети 'Интернет' (далее - сеть 'Интернет')

Должен уметь:

- позиционировать электронное предприятия на глобальном рынке; формировать потребительскую аудиторию и осуществлять взаимодействие с потребителями, организовывать продажи в информационно-телекоммуникационной сети 'Интернет' (далее - сеть 'Интернет')

Должен владеть:

- методами позиционирования электронного предприятия на глобальном рынке; формировать потребительскую аудиторию и осуществлять взаимодействие с потребителями, организовывать продажи в информационно-телекоммуникационной сети 'Интернет' (далее - сеть 'Интернет')

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к позиционированию электронного предприятия на глобальном рынке; формировать потребительскую аудиторию и осуществлять взаимодействие с потребителями, организовывать продажи в информационно-телекоммуникационной сети 'Интернет' (далее - сеть 'Интернет')

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 38.03.05 "Бизнес-информатика (Реинжиниринг бизнес-процессов предприятий (организаций))" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 124 часа(ов), в том числе лекции - 38 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 86 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 245 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в имитационное моделирование	7	3	0	6	15
2.	Тема 2. Законы распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования	7	3	0	6	15
3.	Тема 3. Генераторы случайных чисел	7	3	0	6	15
4.	Тема 4. Моделирование законов распределения с помощью метода обратного преобразования (обратной функции)	7	3	0	6	15
5.	Тема 5. Моделирование законов распределения с помощью метода композиции и метода принятия-отклонения	7	3	0	6	15
6.	Тема 6. Специальные свойства законов распределения, генерирование нормального закона распределения, изменение параметров законов распределения	7	3	0	6	15
7.	Тема 7. Способы проверки статистических гипотез и требования к генераторам случайных чисел	8	3	0	8	25
8.	Тема 8. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания	8	3	0	8	25
9.	Тема 9. Аналитическое решение систем массового обслуживания и сравнение его с имитационным моделированием	8	3	0	8	25
10.	Тема 10. Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем	8	3	0	8	25
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>		8	4	0	8	25
<b>Тема 1. Введение в имитационное моделирование</b>		8	4	0	8	25
Имитационное моделирование. Место имитационного моделирования среди множества других методов исследования. Способы исследования системы. Эксперименты на имитационных моделях. преимущества использования имитационного моделирования в исследовании систем.		8	4	0	8	25

**Тема 2. Законы распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования**

Непрерывные распределения. Равномерное распределение (uniform, прямоугольное). Экспоненциальное распределение (exponential, показательное). Распределение Эрланга. Распределение Вейбулла. Нормальное распределение (normal, Гаусса, Gaussian). Треугольное распределение (triangle). Дискретные распределения.

**Тема 3. Генераторы случайных чисел**

Особенности способов получения случайных чисел: табличный, физический и программный способ. Формирование равномерно распределённых случайных величин. Метод квадратов. Метод произведений. Конгруэнтные методы. Проверка генераторов равномерно распределённых псевдослучайных чисел. Проверка на периодичность. Проверка на случайность.

#### **Тема 4. Моделирование законов распределения с помощью метода обратного преобразования (обратной функции)**

Метод обратного преобразования (обратной функции). Обратное преобразование для дискретных распределений. Достоинства и недостатки метода обратного преобразования. Моделирование единичного события. Моделирование полной группы несовместных событий. Моделирование совместных независимых событий. Определение совместных исходов по жребию.

#### **Тема 5. Моделирование законов распределения с помощью метода композиции и метода принятия-отклонения**

Метод композиции. Метод принятия-отклонения. Алгоритм получения законов распределения по методу композиции. Пример получения закона распределения по методу композиции. разница при использовании метода композиции, если функция плотности распределения представлена композицией функций, непересекающихся областью определения или пересекающихся.

#### **Тема 6. Специальные свойства законов распределения, генерирование нормального закона распределения, изменение параметров законов распределения**

Моделирование законов распределения на основе специальных свойств и метод свертки. Генерирование стандартного нормального закона распределения. Приемы для изменения параметров законов распределения. Алгоритм получения случайных величин с законами распределения Хи-квадрат, Стьюдента и Фишера. Способы получения стандартного нормального закона распределения.

#### **Тема 7. Способы проверки статистических гипотез и требования к генераторам случайных чисел**

Распределение Хи-квадрат. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера. Критерий Пирсона (Хи-квадрат). Критерий Колмогорова. Проверка генераторов случайных чисел на равномерность заполнения многомерного пространства. Тестирование на независимость генерируемых случайных чисел. Условие выполнения, признания, что генерируемые случайные числа линейно независимы.

#### **Тема 8. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания**

Системы массового обслуживания. Основные части системы массового обслуживания. Основные критерии оценки работы системы массового обслуживания. Моделирование системы массового обслуживания в Excel. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS World. Моделирование системы массового обслуживания в Anylogic 7.

#### **Тема 9. Аналитическое решение систем массового обслуживания и сравнение его с имитационным моделированием**

Формулы Литтла. Правила составления уравнений Колмогорова для установившегося режима. Аналитическое получение характеристик работы системы массового обслуживания. Пример получения аналитического решения и сравнение его с решением, полученным с помощью имитационного моделирования. Правило построения схемы Марковского процесса для состояний системы массового обслуживания.

#### **Тема 10. Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем**

Схема этапов исследования систем с помощью имитационного моделирования. Содержание этапов исследования систем с помощью имитационного моделирования. Формулирование целей и планирование исследования. Сбор данных и описание модели. Проверка адекватности концептуальной модели. Программирование компьютерной модели и ее отладка.

#### **Тема 11. Адекватность модели исследуемой системе**

Определения и схема обеспечения адекватности. Валидация концептуальной модели. Верификация компьютерной модели. Валидация компьютерной модели и результатов моделирования. Особенности при сравнении выходных данных компьютерной модели и реальной системы. Схема получения и сравнения выходных данных модели и реальной системы.

#### **Тема 12. Многообразие видов имитационного моделирования**

Агрегативные модели. Непрерывные модели. Модели системной динамики. Агентно-ориентированные модели. Примеры агентно-ориентированных моделей. Статические модели и метод Монте-Карло. Суть и особенности метода Монте-Карло. Особенность непрерывных моделей. Модели системной динамики, как они записываются и решаются.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-10	1. Введение в имитационное моделирование 2. Законы распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования 3. Генераторы случайных чисел 4. Моделирование законов распределения с помощью метода обратного преобразования (обратной функции) 5. Моделирование законов распределения с помощью метода композиции и метода принятия-отклонения 6. Специальные свойства законов распределения, генерирование нормального закона распределения, изменение параметров законов распределения
2	Тестирование	ПК-10	1. Введение в имитационное моделирование 2. Законы распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования 3. Генераторы случайных чисел 4. Моделирование законов распределения с помощью метода обратного преобразования (обратной функции) 5. Моделирование законов распределения с помощью метода композиции и метода принятия-отклонения 6. Специальные свойства законов распределения, генерирование нормального закона распределения, изменение параметров законов распределения
3	Устный опрос	ПК-10	1. Введение в имитационное моделирование 2. Законы распределения случайных величин, наиболее часто встречающихся в практике имитационного моделирования 3. Генераторы случайных чисел 4. Моделирование законов распределения с помощью метода обратного преобразования (обратной функции) 5. Моделирование законов распределения с помощью метода композиции и метода принятия-отклонения 6. Специальные свойства законов распределения, генерирование нормального закона распределения, изменение параметров законов распределения
	<b>Зачет</b>	ПК-10	
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Лабораторные работы	ПК-10	7. Способы проверки статистических гипотез и требования к генераторам случайных чисел 8. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания 9. Аналитическое решение систем массового обслуживания и сравнение его с имитационным моделированием 10. Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем 11. Адекватность модели исследуемой системе 12. Многообразие видов имитационного моделирования
2	Тестирование	ПК-10	7. Способы проверки статистических гипотез и требования к генераторам случайных чисел 8. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания 9. Аналитическое решение систем массового обслуживания и сравнение его с имитационным моделированием 10. Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем 11. Адекватность модели исследуемой системе 12. Многообразие видов имитационного моделирования
3	Устный опрос	ПК-10	7. Способы проверки статистических гипотез и требования к генераторам случайных чисел 8. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания 9. Аналитическое решение систем массового обслуживания и сравнение его с имитационным моделированием 10. Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем 11. Адекватность модели исследуемой системе 12. Многообразие видов имитационного моделирования
	<b>Экзамен</b>	ПК-10	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Приложение. Развёрнутое содержание оценочных средств - в прикреплённом файле [F1675515173/B1.V.DV.02.03.\\_imitacionnoe\\_modelirovanie\\_sistem.pdf](F1675515173/B1.V.DV.02.03._imitacionnoe_modelirovanie_sistem.pdf)

## Семестр 7

### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

В предлагаемых лабораторных по дисциплине ?Имитационное моделирование? обучающимся необходимо освоить навыки моделирования случайного фактора, случайных событий, примера экономической системы, системы асинхронных событий. В каждом задании приводятся теоретические основы для выполнения работы и методические указания, облегчающие процесс получения результата.

Темы 1-6.

Лабораторное задание по темам 1-6 представлено в файле в PDF формате:

Лабораторные работы выполняются согласно учебно-методического пособия Ишмурадова И.И. Название: учебно-методическое пособие / И.И. Ишмурадова. ? Набережные Челны: Изд-во Набережночелнинского института КФУ, 2019. ? 57 с..pdf

По каждой работе необходимо выполнить все предложенные в методическом указании упражнения и сохранить файл работы.

- правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 25 баллов.
- правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 15 баллов;
- задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 10 баллов;

- задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 5 баллов.

## 2. Тестирование

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект ? это:

- 1) аналог;
- 2) модель;
- 3) объект-заместитель;
- 4) абстракция;

2. Наличие некоторых данных об объекте-оригинале необходимо на этапе:

- 1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- 3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- 4) проверки и применения знаний;

3. При моделировании использование знаний для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им происходит на этапе:

- 1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- 3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- 4) проверки и применения знаний;

4. При моделировании знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, ошибки в построении модели исправляются, а построенная исходная модель постепенно совершенствуется за счет:

- 1) повторения цикла моделирования;
- 2) построения новой теории объекта;
- 3) использования специфических форм абстракций, аналогий, гипотез;
- 4) переноса знаний с модели на объект-оригинал;

5. Динамические модели выделяют в отдельный класс по следующему признаку:

- 1) по уровню моделируемого объекта в хозяйственной иерархии
- 2) по характеру
- 3) по предназначению (цели создания и применения) модели
- 4) по временному признаку
- 5) по форме отображения причинно-следственных связей
- 6) по способу отражения действительности

6. При решении задачи целочисленного программирования по приведенному фрагменту симплекс-таблицы определите, для какой переменной необходимо составить дополнительное ограничение

- 1) X1
- 2) X2
- 3) X5
- 4) X3

7. Какой из перечисленных методов применяется при решении задачи целочисленного программирования:

- 1) метод Эрроу-Гурвица
- 2) метод искусственного базиса
- 3) метод Гомори
- 4) метод минимальной стоимости

8. В методе Гомори дополнительное ограничение имеет вид:

- 1)  $\sum f(a_{ij}^*)x_j = f(b_i^*)$ ;
- +2)  $\sum f(a_{ij}^*)x_j \geq f(b_i^*)$ ;
- 3)  $\sum f(a_{ij}^*)x_j \leq f(b_i^*)$ ;

9. Если в транспортной задаче количество положительных поставок равно  $n+m-1$ , где  $n$  ? количество поставщиков,  $m$  ? количество потребителей, то такая задача является:

- 1) вырожденной
- 2) невырожденной
- 3) выраженной

10. Примером градиентных методов, при котором исследуемые точки не выходят за границы области допустимых решений задачи является:

- +1) метод Франка-Вульфа;
- 2) метод штрафных функций;
- 3) метод Ерроу-Гурвица;
- 4) правильного ответа нет;

11. Моделирование ? это процесс:

- 1) использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий;
- 2) методов познания;
- 3) познания интересующего исследователя объекта-оригинала с помощью модели;
- 4) построения, изучения и применения моделей;
- 5) опосредованного познания с помощью объектов-заместителей;

12. Процесс моделирования включает следующие элементы:

- 1) субъект (исследователь), объект исследования, модель;
- 2) познающий субъект и познаваемый объект;
- 3) гипотеза, знания, модель;
- 4) объект-оригинал, система знаний об объекте-оригинале, субъект;

13. Если результат связан с признаками сходства оригинала и модели, то это дает основания при моделировании проводить этап:

- 1) построения модели;
- 2) изучения модели;
- 3) переноса знаний с модели на объект-оригинал;
- 4) проверки и применения знаний;

14. Процесс моделирования является:

- 1) двухэтапным циклом;
- 2) трехэтапным циклом; \_\_\_
- +3) четырехэтапным циклом;
- 4) нециклическим процессом;

15. Нормативные модели выделяют в отдельный класс по следующему признаку:

- 1) по уровню моделируемого объекта в хозяйственной иерархии;
- 2) по характеру;
- 3) по предназначению (цели создания и применения) модели;
- 4) по временному признаку;
- 5) по форме отображения причинно-следственных связей;
- 6) по способу отражения действительности;

16. Задачи многомерной оптимизации выделяют в отдельный класс по следующему признаку классификации:

- 1) количество переменных
- 2) отражение влияния случайных факторов
- 3) отображение влияния времен
- 4) структура функций, которые входят в состав задачи

17. Какой вид оптимизационной задачи определяет приведенная математическая модель?

- 1) задача определения оптимального плана производства
- 2) задача составления смеси
- 3) транспортная задача
- 4) задача о назначениях

18. При решении задачи целочисленного программирования по приведенному фрагменту симплекс-таблицы определите, для какой переменной необходимо составить дополнительное ограничение

- 1) X2
  - 2) X1
  - 3) X5
  - 4) X3
19. В математической модели задачи целочисленного программирования целевая функция и функции в системе ограничений могут быть
- 1) только линейными
  - 2) только нелинейными
  - 3) как линейными, так и нелинейными
20. Дробная часть числа:
- 1) величина положительная;
  - 2) величина отрицательная;
  - 3) зависит от знака числа;
21. Может ли транспортная задача иметь несколько оптимальных решений, обеспечивающих одинаковую суммарную стоимость перевозок:
- 1) да
  - 2) нет
  - 3) при определенных условиях
22. Если в транспортной задаче (ТЗ) суммарная мощность поставщиков превосходит суммарную потребность потребителей, то такая ТЗ называется:
- 1) открытой;
  - 2) закрытой;
  - 3) смешанной.
23. Сколько положительных перевозок должен содержать невырожденный опорный план транспортной задачи ( $n$  ? количество поставщиков,  $m$  ? количество потребителей):
- 1)  $m+n+1$ ;
  - 2)  $m ? n$ ;
  - 3)  $m+n?1$ .
24. В задачах линейного программирования линейными должны быть:
- 1) целевая функция
  - 2) ограничения задачи;
  - 3) целевая функция и ограничения задачи.
25. Целевая функция ЗЛП вида (1) графически может быть представлена
- (1)  $F=C_1X_1+C_2X_2+C_3X_3$
- 1) прямой в трёхмерном пространстве
  - 2) прямой в двумерном пространстве
  - 3) плоскостью в трёхмерном пространстве
  - 4) плоскостью в четырехмерном пространстве
26. По приведенному фрагменту симплекс-таблицы можно утверждать, что:
- 1) ЗЛП не имеет решения;
  - 2) направляющей будет первая строка таблицы;
  - 3) направляющей будет вторая строка таблицы;
  - 4) направляющей будет третья строка таблицы;
27. Градиентом называется:
- 1) вектор с координатами  $C = (c_1, c_2)$ , указывающий направление убывания целевой функции
  - 2) прямая вида  $c_1x_1+c_2x_2 = h$ , ( $h$  ? константа), отражающая частный случай целевой функции
  - 3) вектор с координатами  $C = (c_1, c_2)$ , указывающий направление возрастания целевой функции
  - 4) выпуклое множество, образованное пересечением полуплоскостей, графически отражающих ограничения задачи
28. Целевая функция в ЗЛП достигает своего максимума не в одной точке многоугольника допустимых решений, но на одной из его границ, если:

- +1) линия уровня (целевая функция) параллельна одному из ограничений
- 2) линия уровня (целевая функция) перпендикулярна одному из ограничений
- 3) два или более ограничения перпендикулярны друг другу
- 4) линия уровня (целевая функция) пересекает ось абсцисс

29. В случае, если  $X^*$ - оптимальный план ЗЛП на минимум, то для любого  $X$  справедливо неравенство (где  $F(X^*)$  ? значение целевой функции при плане  $X^*$ ;  $F(X)$  ? значение целевой функции при плане  $X$ ):

- 1)  $F(X) \leq F(X^*)$
- 2)  $F(X) \geq F(X^*)$
- 3)  $F(X) = F(X^*)$
- 4)  $F(X) < F(X^*)$

30. Если у предпринимателя появились лишние средства, и он может докупить большее количество сырья, то в первую очередь следует докупать те виды сырья, двойственные оценки которых

- 1) положительны
- 2) минимальны
- 3) максимальны
- 4) равны 0

### 3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Какие значения можно задавать с помощью случайных чисел в имитационных моделях?
2. В чем разница между непрерывными и дискретными распределениями?
3. Чему равна полная площадь под графиком функции плотности распределения?
4. Какие минимальные и максимальные значения принимает функция распределения (интегральная)  $F(x)$ ?
5. Как выглядит график плотности и функции распределения для дискретных распределений?
6. С помощью каких распределений можно задавать интервалы между поступлениями новых заявок, требований или клиентов в систему?
7. С помощью каких распределений можно задавать длительность обслуживания или выполнения некоторых операций?
8. С помощью каких распределений можно задавать ошибки измерения, разброс параметров?
9. Какое распределение позволяет задавать количество бракованных изделий в партии?
10. Какое распределение позволит смоделировать количество небракованных изделий до обнаружения первого бракованного?
11. Какое распределение может задавать количество обращений за единицу времени при заданной интенсивности?
12. Постройте графики функций для основных законов распределения с помощью известных вам способов.
13. Какие ручные способы получения случайных чисел вы можете перечислить?
14. Где вам доводилось сталкиваться с генераторами случайных чисел ранее?
15. В чем суть, достоинства и недостатки табличного, физического и программного способа получения случайных чисел?
16. В чем заключалась основная идея самого первого программного генератора случайных чисел и в чем его недостаток?
17. В чем разница между случайными и псевдослучайными числами и имеет ли это какое-либо значение для имитационного моделирования?
18. Какими свойствами должен обладать хороший генератор случайных чисел?
19. Как устроен линейный конгруэнтный генератор?
20. Что такое период генератора и почему он возникает?
21. Какие генераторы называются генераторами с полным периодом?
22. При каких условиях линейный конгруэнтный генератор обладает полным периодом?
23. В чем идея генераторов с простым модулем и какой у них максимальный период?
24. Как для ускорения скорости вычислений можно избежать операции взятия остатка от деления по модулю?
25. В каких моделях стоит беспокоиться об эффективности генераторов случайных чисел?
26. Как устроены многократно рекурсивные генераторы случайных чисел?
27. В чем основное отличие нелинейных генераторов?
28. В чем основная идея сложных генераторов случайных чисел?
29. От чего зависит выбор метода получения определенного закона распределения?
30. Что такое обратная функция?
31. В чем основная идея метода обратного преобразования?
32. На каких участках функции распределения вероятность появления случайной величины будет больше, а на каких меньше?

33. Покажите справедливость получения заданного закона распределения с помощью метода обратной функции.
34. Получите выражение по методу обратного преобразования для экспоненциального распределения  $f(x) = Ae^{-x}$ .
35. Как и почему можно упростить выражение для получения экспоненциального распределения?

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Классификация основных видов моделирования.
2. Процедурно-технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем.
3. Математическая структура и составляющие имитационных моделей.
4. Основные элементы и операции процесса имитационного моделирования.
5. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени.
6. Понятие о дискретных и непрерывных имитационных моделях.
7. Понятие о стратегическом и тактическом планировании имитационного эксперимента.
8. Основные этапы имитационного моделирования.
9. Основные этапы и технологическая схема имитационного моделирования.
10. Этап формулировки проблемы и определения целей имитационного моделирования.
11. Этап разработки концептуальной модели объекта моделирования.
12. Этап формализации имитационной модели.
13. Этап программирования имитационной модели.
14. Испытание и исследование свойств имитационной модели.
15. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели.
16. Этап анализа результатов моделирования и принятие решений.
17. Основные методологические подходы к построению дискретных имитационных моделей.
18. Понятие о языке разработки дискретных имитационных моделей GPSS.
19. GPSS как транзактно-ориентированная система моделирования. Функциональная структура GPSS.
20. Модели системной динамики как способ формализации непрерывных систем. Структура моделей системной динамики.
21. Дифференциальные модели как математическая основа методов системной динамики.
22. Понятие о потоковой стратификации.
23. Понятие о динамической мировой модели. Основные переменные. Петли обратной связи.
24. Классификация языков имитационного моделирования.
25. Технологические возможности и основные функции систем моделирования.
26. Инструменты реализации основных функций систем моделирования.
27. Основные факторы, определяющие выбор системы моделирования для решения задач конкретных предметных областей.
28. Комплексный подход к тестированию имитационных моделей. Основные категории оценки имитационной модели: оценка адекватности (валидация) модели, верификация модели, валидация данных.
29. Оценка точности результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.
30. Методы повышения валидации: консультации со специалистами предметной области; наблюдение за системой; использование существующей теории; использование результатов моделирования для систем-аналогов; регулярное взаимодействие с менеджером.

### Семестр 8

#### Текущий контроль

##### 1. Лабораторные работы

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

В предлагаемых лабораторных по дисциплине "Имитационное моделирование" обучающимся необходимо освоить навыки моделирования случайного фактора, случайных событий, примера экономической системы, системы асинхронных событий. В каждом задании приводятся теоретические основы для выполнения работы и методические указания, облегчающие процесс получения результата.

Темы 7-12.

Лабораторное задание по темам 7-12 представлено в файле в PDF формате:

Лабораторные работы выполняются согласно учебно-методического пособия Ишмурадова И.И. Название: учебно-методическое пособие / И.И. Ишмурадова. ? Набережные Челны: Изд-во Набережночелнинского института КФУ, 2019. ? 57 с.pdf

По каждой работе необходимо выполнить все предложенные в методическом указании упражнения и сохранить файл работы.

- правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 25 баллов.

- правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 15 баллов;
- задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 10 баллов;
- задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий - 5 баллов.

## 2. Тестирование

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

Задание 1

Между математическими и имитационными моделями имеется следующее соответствие:

- а) класс имитационных моделей входит в класс математических моделей;
- б) класс математических моделей входит в класс имитационных моделей;
- в) эти классы моделей тождественны;
- г) эти классы моделей не пересекаются

Задание 2

Между статистическими и имитационными моделями имеется следующее соответствие:

- а) класс статистических моделей входит в класс имитационных моделей;
- б) класс имитационных моделей входит в класс статистических моделей;
- в) эти классы моделей тождественны;
- г) эти классы моделей не пересекаются

Задание 3

Может ли имитационная модель быть вероятностной (стохастической)?

- а) нет;
- б) да ? в некоторых случаях;
- в) да ? в каждом случае;
- г) эти классы моделей тождественны

Задание 4

Понятие имитационной модели по Р. Шеннону не включает в себя следующий признак:

- а) необходимость проведения компьютерного эксперимента;
- б) сложность изучаемой реальной системы;
- в) учёт фактора времени;
- г) описание системы с помощью дифференциальных уравнений

Задание 5

В методе Монте-Карло реализован следующий алгоритм поиска наилучшего решения:

- а) поиск на сетке;
- б) покоординатный поиск;
- в) случайный поиск;
- г) градиентный поиск

Задание 6

При реализации имитационных моделей используется три представления времени и числовой параметр, называемый масштабом, который является:

- а) коэффициентом пересчёта машинного времени имитации в реальное время изучаемой системы;
- б) коэффициентом пересчёта модельного времени в машинное время имитации в реальное время;
- в) коэффициентом пересчёта реального времени изучаемой системы в модельное время;
- г) одним из двух коэффициентов пересчёта реального времени изучаемой

системы в модельное время

#### Задание 7

Переходным периодом процесса имитации называется:

- а) стадия перехода от одного режима к другому при изменении параметров модели;
- б) период перенастройки модели для решения следующей задачи;
- в) стадия перехода от проведения эксперимента к анализу результатов;
- г) начальный период неустойчивого поведения модели

#### Задание 8

Незаканчивающейся имитацией называется:

- а) имитация, которая не даёт ожидаемого результата;
- б) компьютерная имитация, которая требует значительного машинного времени;
- в) имитация работы реальной системы, которая функционирует бесконечно долго;
- г) такой термин не применяется

#### Задание 9

Для дискретного имитационного моделирования применяются языки:

- а) процедурно-ориентированные;
- б) декларативные;
- в) машинно-ориентированные;
- г) машинные

#### Задание 10

Последовательность псевдослучайных чисел  $\{r_i\}_{i=1}^n$  можно получить с помощью формулы  $r_i = (r_{i-1} + b) \bmod 1$ ,

где начальное значение  $r_0$  берётся из интервала  $(0;1)$ , а коэффициент  $b$  подбирается всякий раз таким образом, чтобы после умножения на  $r_{i-1}$  получить целое число без нулей на конце. Такая последовательность обладает следующим свойством:

- а) начинает повторяться после цикла из нескольких сотен чисел;
- б) начинает повторяться после цикла из нескольких тысяч чисел;
- в) начинает повторяться после цикла из нескольких десятков миллионов чисел;
- г) числа никогда не начинают повторяться

#### Задание 11

Ресурс как одно из основных понятий системы имитационного моделирования Pilgrim характеризуется несколькими параметрами, среди которых отсутствует:

- а) дефицит;
- б) мощность;
- в) энергия;
- г) остаток

#### Задание 12

В системе моделирования Pilgrim время жизни транзакта фиксируется в узле имитационной модели, название которого:

- а) терминатор;
- б) расписание;
- в) очередь;
- г) узел обслуживания

#### Задание 13

Программный комплекс SIMULINK в составе MATLAB разработан специально для моделирования:

- а) экономических процессов;
- б) динамических систем;
- в) вероятностных процессов;
- г) систем массового обслуживания

#### Задание 14

При имитационном моделировании не рассматривается следующий вид динамики развития процесса:

- а) временная динамика;
- б) пространственная динамика;



- в) физическая динамика;
- г) финансовая динамика

#### Задание 15

При имитационном моделировании с использованием SIMULINK необходимо использовать следующий язык программирования:

- а) MATLAB;
- б) GPSS;
- в) использование языка программирования не требуется;
- г) Pilgrim

#### Задание 16

Библиотеки блоков SIMULINK можно дополнять с помощью подпрограмм написанных на нескольких языках программирования, в число которых не входит:

- а) Ada;
- б) Fortran;
- в) Turbo Pascal;
- г) C + +

#### Задание 17

После составления расчетной схемы в SIMULINK необходимо сохранить ее в виде файла на диске, выбрав имя, длина которого не должна превышать следующее число символов:

- а) 16;
- б) 32;
- в) 64;
- г) 256

#### Задание 18

Проверка истинности модели выполняется на этапе, который носит следующее название:

- а) версификация;
- б) верификация;
- в) апробация;
- г) аппроксимация

#### Задание 19

Сущность метода Монте-Карло заключается в том, что с помощью компьютера можно многократно наблюдать случайную величину со следующим распределением:

- а) нормальным;
- б) равномерным;
- в) пуассоновским;
- г) любым заранее известным

#### Задание 20

Программа Project Expert предназначена для создания компьютерной имитационной модели:

- а) многоотраслевой экономики;
- б) финансовой деятельности предприятия;
- в) управления запасами;
- г) бизнес-процессов

#### Задание 21

Имитационное моделирование - это:

- а) основа многовариантного прогнозирования и анализа систем высокой степени сложности
- б) математическое описание динамических процессов, воспроизводящих функционирование изучаемой системы
- в) эффективный аппарат исследования стохастических систем

#### Задание 22

Имитационная модель ? это:

- а) поведение на ПК различных серий экспериментов с моделями, которые представлены в качестве некоторого комплекта компьютерных программ

б) абстрактная динамическая модель, реализованная на ЭВМ и воспроизводящая в рамках установленных ограничений поведение оригинала в хронологическом порядке

#### Задание 23

Имитация ? это:

а) поведение на ПК различных серий экспериментов с моделями, которые представлены в качестве некоторого комплекта компьютерных программ

б) абстрактная динамическая модель, реализованная на ЭВМ и воспроизводящая в рамках установленных ограничений поведение оригинала в хронологическом порядке

#### Задание 24

Логико-математическая модель системы ? это:

а) программно реализованный алгоритм функционирования системы

б) адекватное отображение исследуемого объекта

#### Задание 25

К целям имитационного моделирования относятся:

а) проведение статистического анализа и интерпретация результатов

б) описание поведения системы

в) использование теорий для предсказания будущего поведения системы

г) построение гипотез и теорий для объяснения наблюдаемого поведения

#### Задание 26

Из каких этапов состоит методология проведения имитационного моделирования?

а) Построение имитационной модели

б) Испытание и подтверждение модели

в) Формирование целей построения модели

г) Определение задачи

д) Планирование и проверка экспериментов

е) Проведение имитационных испытаний и формирование записей

ж) Оценка и использование результатов

#### Задание 27

На какой стадии исследуется и классифицируется задача реального мира?

а) Построение имитационной модели

б) Испытание и подтверждение модели

в) Формирование целей построения модели

г) Определение задачи

д) Планирование и проверка экспериментов

е) Проведение имитационных испытаний и формирование записей

ж) Оценка и использование результатов

#### Задание 28

На какой стадии предусматривается определение типичных, наилучших и наихудших сценариев?

а) Построение имитационной модели

б) Испытание и подтверждение модели

в) Формирование целей построения модели

г) Определение задачи

д) Планирование и проверка экспериментов

е) Проведение имитационных испытаний и формирование записей

ж) Оценка и использование результатов

#### Задание 29

На какой стадии определяются переменные и их связи, а также осуществляется сбор необходимых данных?

а) Построение имитационной модели

- б) Испытание и подтверждение модели
- в) Формирование целей построения модели
- г) Определение задачи
- д) Планирование и проверка экспериментов
- е) Проведение имитационных испытаний и формирование записей
- ж) Оценка и использование результатов

#### Задание 30

К типам имитационных моделей относятся:

- а) имитация, зависимая / независимая от времени
- б) предметные имитационные модели
- в) вероятностные имитационные модели

#### Задание 31

Имитационное моделирование реализует итерационный характер разработки модели системы, это значит, что:

- а) метод позволяет анализировать сложные динамические системы
- б) модель позволяет постепенно увеличивать полноту оценки принимаемых решений по мере выявления новых проблем и получения новой информации
- в) эксперт может с помощью эксперимента на модели вырабатывать стратегию развития

#### Задание 32

Какие схемы разработки целесообразно использовать для реализации имитации в компьютерной системе поддержки решений?

- а) интерпретация отчетности
- б) формирование аналитической отчетности
- в) многовариантный ситуационный анализ
- г) построение комплекта динамических моделей для многовариантных расчетов
- д) интеграция источников данных
- е) создание единого информационного хранилища данных

#### Задание 33

К преимуществам имитационного моделирования относятся:

- а) позволяет осуществлять наблюдение явлений в реальных условиях
- б) не требует существенных затрат временных ресурсов
- в) позволяет осуществлять наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода
- г) дает возможность более простого способа решения
- д) является лучшим средством создания средств обучения в виде тренажеров, симуляторов

#### Задание 34

К недостаткам имитационного моделирования относятся:

- а) не отражает полного положения вещей
- б) не представляется возможным получение точного результата
- в) другие способы решения наиболее просты и понятны
- г) сложность интерпретации полученных результатов
- д) требует существенных затрат временных ресурсов и привлечения высококвалифицированных специалистов

#### Задание 35.

Какие существуют распределения вероятностей?

- а) условные
- б) непрерывные
- в) субъективные
- г) дискретные
- д) объективные

### 3. Устный опрос

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

1. В чем особенность дискретно-событийного моделирования?
2. Какой механизм продвижения времени используется в дискретно-событийном моделировании и чем этот механизм отличается от другого?
3. Приведите примеры систем массового обслуживания, с которыми вам доводилось иметь дело.
4. Из каких основных частей состоит система массового обслуживания?

5. В каких частях системы массового обслуживания как правило используются случайные числа?
6. Какие ограничения могут накладываться на очередь?
7. Какие системы называются многофазными, а какие многоканальными?
8. Что моделируют прерывания в обслуживании? Приведите примеры.
9. Для чего необходимо реализовывать логику особых режимов работы?
10. Как начинается и заканчивается моделирование системы массового обслуживания?
11. Какие основные критерии работы системы массового обслуживания и как они вычисляются?
12. Почему характеристик работы системы массового обслуживания носят случайный характер?
13. Промоделируйте простейшую систему массового обслуживания в Excel и получите результаты за 8 часовой рабочей день.
14. Как строится и функционирует модель, написанная на языке GPSS?
15. Как строятся модели в системе AnyLogic?
16. Сколько этапов выделяют для исследования систем с помощью имитационного моделирования?
17. В чем заключается одна из самых главных проблем моделирования?
18. Изобразите схему этапов исследования систем с помощью имитационного моделирования.
19. На каких этапах происходит возвращение к предыдущим этапам?
20. С чего начинается исследование, что такое содержательное описание и как оно формируется?
21. На каком этапе формируется концептуальное описание (концептуальная модель), что оно из себя представляет?
22. Какие данные необходимо собрать в процессе подготовки концептуальной модели?
23. Существует ли единственный оптимальный способ создания модели?
24. На каких этапах происходит проверка адекватности модели, в чем разница между проверкой концептуальной и компьютерной модели?
25. На какой этап по-хорошему следует возвращаться каждый раз, когда проверка модели выявляет несоответствия?
26. Какие есть рекомендации для программирования и отладки компьютерной модели?
27. Для чего нужны предварительные прогоны?
28. Что надо составить и дополнительно определить на этапе планирования экспериментов?
29. Для чего следует подробно оформлять результаты исследования?
30. Имитация основных процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.?

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Модели системной динамики как способ формализации непрерывных систем. Структура моделей системной динамики.
2. Дифференциальные модели как математическая основа методов системной динамики.
3. Понятие о потоковой стратификации.
4. Понятие о динамической мировой модели. Основные переменные. Петли обратной связи.
5. Классификация языков имитационного моделирования.
6. Технологические возможности и основные функции систем моделирования.
7. Инструменты реализации основных функций систем моделирования.
8. Основные факторы, определяющие выбор системы моделирования для решения задач конкретных предметных областей.
9. Комплексный подход к тестированию имитационных моделей. Основные категории оценки имитационной модели: оценка адекватности (валидация) модели, верификация модели, валидация данных.
10. Оценка точности результатов моделирования.
11. Анализ чувствительности имитационной модели.
12. Методы повышения валидации: консультации со специалистами предметной области; наблюдение за системой; использование существующей теории; использование результатов моделирования для систем-аналогов; регулярное взаимодействие с менеджером.
13. Оценка качества модели с помощью теста Тьюринга. Сравнение реальных наблюдений и выходных данных моделирования с помощью метода коррелированной проверки.
14. Назначение и содержание направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели.
15. Задачи, возникающие при организации и проведении вычислительного эксперимента: стратегическое планирование и выбор метода анализа результатов эксперимента.
16. Основные типы вычислительных экспериментов.
17. Базовые понятия теории планирования экспериментов. Структурная, функциональная и экспериментальная модели.
18. Однофакторные имитационные эксперименты. Основные методы анализа результатов.
19. Понятие о реализации сложных факторных экспериментов. Основные классы планов, применяемые в вычислительном эксперименте. Анализ поверхности отклика. Техника расчета крутого восхождения.
20. Сущность статистического имитационного моделирования как метода исследования стохастических систем.

21. Примеры задач, решаемых с помощью статистического имитационного моделирования.
22. Идентификация закона распределения с помощью методов проверки статистических гипотез.
23. Автоматизация процесса статистического имитационного моделирования.
24. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.
25. Имитационное моделирование системы управления запасами.
26. Цели моделирования и программное обеспечение моделирования производственных систем.
27. Моделирование экономических систем масштаба предприятия. Каноническая модель предприятия. Ограничения на входные параметры модели.
28. Преобразование технологических параметров внутри имитационной модели предприятия.
29. Моделирование затрат на функционирование предприятия. Моделирование налоговых отчислений и выходных параметров системы.
30. Отбор инвестиционных проектов с помощью статистического имитационного моделирования.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

<b>Форма контроля</b>	<b>Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций</b>	<b>Этап</b>	<b>Количество баллов</b>
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	25
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	25

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определенное количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Сайт ?Ассоциация предприятий компьютерных информационных технологий (АПКИТ)? \[Электронный ресурс] - <http://www.apkit.ru>

<https://exponenta.ru/> \[Электронный ресурс] - <https://exponenta.ru>

Национальное общество имитационного моделирования\[Электронный ресурс] - <http://simulation.su/ru.html>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины "Имитационное моделирование", т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку.</p> <p>Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: "важно", "особо важно", "хорошо запомнить" и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание студента на важных сведениях. Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторное занятие - одна из основных форм организации учебного процесса, направленная на творческое усвоение теоретических основ учебной дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных средств (наблюдения, измерения, контроля, вычислительной техники), приобретения навыков опыта творческой деятельности.</p> <p>Лабораторные занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к циклу лабораторных работ по данной дисциплине. Методические указания к лабораторной работе служат руководством для преподавателей и студентов.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов по дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать специальную литературу, развития познавательных способностей и активности студентов, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений.</p> <p>Видами заданий для самостоятельной работы могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; учебно-исследовательская работа; использование Интернета;</li> <li>- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; ответы на контрольные вопросы;</li> <li>- для формирования умений: решение ситуационных, вариативных, профессиональных задач и упражнений по образцу; выполнение схем, расчетно-графических работ;</li> </ul> <p>Перед выполнением студентами самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения студентами самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации.</p> <p>Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
тестирование	Тесты являются простейшей форма контроля, направленная на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10-30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.
устный опрос	Устный опрос - это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой студентов (фронтальный опрос) или с отдельными студентами (индивидуальный опрос) с целью оценки результативности посещения студентами аудиторных занятий путем выяснения сформированности у них основных понятий и усвоения нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.
зачет	Зачет нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Зачет проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
экзамен	Экзамен - процедура оценивания результатов обучения по учебным дисциплинам по окончании семестра, основанная на суммировании баллов, полученных студентом при текущем контроле освоения модулей (семестровая составляющая), а также баллов за качество выполнения экзаменационных заданий (экзаменационная составляющая, - характеризующая способность студента обобщать и систематизировать теоретические и практические знания по дисциплине и решать практико ориентированные задачи). Полученная балльная оценка по дисциплине переводится в дифференцированную оценку. Экзамены проводятся в устной форме с письменной фиксацией ответов студентов. Описание показателей, критериев и шкал оценивания по всем видам учебных работ и контрольных мероприятий приведено в разделе 2 фонда оценочных средств по дисциплине.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;



- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 38.03.05 "Бизнес-информатика" и профилю подготовки "Реинжиниринг бизнес-процессов предприятий (организаций)".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.03 Имитационное моделирование систем

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Реинжиниринг бизнес-процессов предприятий (организаций)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Безруков А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 227 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-103017-2. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1005911> (дата обращения: 17.07.2020). - Текст : электронный.
2. Исаев Г. Н. Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач: учебное пособие / Г.Н. Исаев. - Москва : Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 224 с.: ил. - ISBN 978-5-98281-211-7. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/193771> (дата обращения: 17.07.2020). - Текст : электронный.
3. Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; под общ. ред. Н.Б. Кобелева. - Москва : КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - ISBN 978-5-905554-17-9. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/961800> (дата обращения: 16.02.2021). - Текст : электронный.
4. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 254 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004675-4. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/933890> (дата обращения: 16.02.2021). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Кудинов Ю.И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK) : учебное пособие / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пашенко. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 312 с. - ISBN: 978-5-8114-1994-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111198> (дата обращения: 16.02.2021). - Текст : электронный.
2. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А.Ю. Ощепков. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1471-0. - URL : <https://e.lanbook.com/book/104954> (дата обращения: 16.02.2021). - Текст : электронный.
3. Плохотников К.Э. Теория вероятностей в пакете MATLAB: учебник для вузов / К.Э. Плохотников, В.Н. Николенко. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2014. - ISBN ISBN 978-5-9912-7005-2. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270052.html> (дата обращения: 16.02.2021). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.03 Имитационное моделирование систем

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Реинжиниринг бизнес-процессов предприятий (организаций)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.