

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I"

УТВЕРЖДАЮ  
Декан экономического факультета  
  
А.В. Агибалов  
« 23 » июня 20 22 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**Б1.В.19 Имитационное моделирование**

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК

Квалификация выпускника: бакалавр

Факультет Экономический

Кафедра Информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем

Разработчик рабочей программы:	Тютюников Александр Александрович
Должность:	доцент
Ученая степень:	кандидат экономических наук
Ученое звание:	доцент



Воронеж-2022

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата) (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 № 922).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем (протокол № 11 от 09.06.2022 г.)

Заведующий кафедрой:



А.В. Улезько

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии экономического факультета (протокол № 11 от 22.06.2022 г.)

Председатель методической комиссии:



Е.Б. Сальникова

Рецензент: начальник отдела информационно-коммуникационных технологий ООО "Овощ-Прод-Холдинг" А.П. Сухоедов

## Содержание рабочей программы

1. Общая характеристика дисциплины
  - 1.1. Цель дисциплины
  - 1.2. Задачи дисциплины
  - 1.3. Предмет дисциплины
  - 1.4. Место в образовательной программе
  - 1.5. Связь с другими дисциплинами
  - 1.6. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
2. Планируемые результаты изучения дисциплины
3. Объем дисциплины и виды учебной работы
  - 3.1. Очная форма обучения
  - 3.2. Заочная форма обучения
4. Содержание дисциплины
  - 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов
  - 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам
5. Фонд оценочных средств
  - 5.1. Этапы формирования компетенций
  - 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций
    - 5.2.1. Шкалы академических оценок освоения дисциплины
    - 5.2.2. Критерии оценки достижения компетенций в ходе освоения дисциплины
  - 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций
    - 5.3.1. Вопросы к экзамену
    - 5.3.2. Задания к экзамену
    - 5.3.3. Вопросы к зачету с оценкой
    - 5.3.2. Задания к экзамену
    - 5.3.5. Темы курсового проекта (работы) и вопросы к защите
      - 5.3.4.1. Темы курсового проекта (работы)
      - 5.3.4.2. Вопросы к защите курсового проекта (работы)
    - 5.3.6. Вопросы тестов
    - 5.3.7. Вопросы для устного опроса
    - 5.3.8. Задания для проверки формирования умений и навыков
  - 5.4. Система оценивания достижения компетенций
    - 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации
    - 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 6.1. Рекомендуемая литература
  - 6.2. Ресурсы сети Интернет
    - 6.2.1. Электронные библиотечные системы
    - 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы
    - 6.2.3. Сайты и информационные порталы
7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины
  - 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование
  - 7.2. Программное обеспечение
8. Междисциплинарные связи

## **1. Общая характеристика дисциплины**

### **1.1. Цель дисциплины:**

формирование знаний, умений и навыков имитационного моделирования, обучение приемам практического использования имитационных моделей в профессиональной деятельности

### **1.2. Задачи дисциплины:**

формирование знаний теоретических и методологических основ имитационного моделирования;

формирование знаний, умений и навыков разработки имитационных моделей;

освоение программных средств имитационного моделирования;

формирование знаний, умений и навыков в области имитационного моделирования сложных систем и управленческой деятельности;

формирование знаний, умений и навыков в области имитационного моделирования сложных систем и управленческой деятельности.

### **1.3. Предмет дисциплины:**

теоретические и практические основы имитационного моделирования сложных систем

### **1.4. Место в образовательной программе:**

часть, формируемая участниками образовательных отношений

### **1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами:**

Б1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика

Б1.В.06 Моделирование бизнес-процессов

### **1.6. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья определяются в индивидуальном порядке исходя из специфики заболевания и требований, указанных в Основной образовательной программе

## 2. Планируемые результаты изучения дисциплины

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-05	Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область	35	методы имитационного моделирования предметной области
		36	инструменты имитационного моделирования предметной области
		У4	использовать имитационный модели предметной области
		У5	разрабатывать имитационные модели предметной области
		Н5	использования имитационных моделей
		Н6	разработки имитационных моделей

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### 3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	8	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144	4 / 144
Общая контактная работа, ч	48,15	48,15
Общая самостоятельная работа, ч	95,85	95,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	48,00	48,00
лекции	20	20,00
практические-всего	28	28,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	87,00	87,00
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,15	0,15
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### 3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Курс	Всего
	5	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144	4 / 144
Общая контактная работа, ч	22,15	22,15
Общая самостоятельная работа, ч	121,85	121,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	22,00	22,00
лекции	10	10,00
практические-всего	12	12,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	113,00	113,00
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,15	0,15
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

#### Раздел 1.

Методология имитационного моделирования и его базовые концепции

##### Подраздел 1.1.

Модели и моделирование

Модели и моделирование. Общая классификация методов моделирования. Отличительные особенностей моделей разных классов. Метод имитационного моделирования и его особенности. Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы. Понятие о модельном времени и механизме его продвижения. Дискретные и непрерывные имитационные модели.

##### Подраздел 1.2.

Системная динамика в имитационном моделировании

Концепция системной динамики в имитационном моделировании. Парадигма и методы системной динамики. Общая структура моделей системной динамики. Системные потоковые диаграммы моделей. Основные этапы разработки моделей системной динамики. Модели Р. Шеннона

##### Подраздел 1.3.

Дискретно-событийное моделирование

Концепция дискретно-событийного моделирования. Парадигма и методы дискретно-событийного моделирования. Общая структура дискретно-событийных моделей. Карты состояний дискретно-событийных моделей. Основные этапы разработки дискретно-событийных моделей. Модели систем массового обслуживания.

##### Подраздел 1.4.

Агентное (мультиагентное) моделирование

Концепция агентного (мультиагентного) моделирования. Парадигма и методы агентного моделирования. Общая структура агентных моделей. Принципы поведения агентов и их взаимодействия с внешней средой. Основные этапы разработки агентных моделей. Модели Т. Шеллинга.

#### Раздел 2.

Технология имитационного моделирования и его компьютерные среды

##### Подраздел 2.1.

Основные этапы имитационного моделирования

Общая технологическая схема имитационного моделирования. Формулировка проблемы и определение целей имитационного моделирования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование имитационной модели, направленный вычислительный эксперимент. Проблемы стратегического и тактического планирования имитационного эксперимента. Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация модели. Оценка точности и устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели. Содержание направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели. Основные цели и типы направленных экспериментов. Анализ результатов моделирования и принятие решений.

##### Подраздел 2.2.

Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования

Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования. Назначение и классификация языков и систем моделирования. Технологические возможности современных систем моделирования.

##### Подраздел 2.3.

Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования. Назначение и классификация языков и систем моделирования. Технологические возможности современных систем моделирования.

Инструменты системно-динамического моделирования в пакете AnyLogic. Обзор интерфейса и возможностей инструментов системно-динамического моделирования пакета AnyLogic.

##### Подраздел 2.4.

Инструменты дискретно-событийного моделирования в пакете AnyLogic

Инструменты дискретно-событийного моделирования в пакете AnyLogic. Обзор интерфейса и возможностей инструментов дискретно-событийного моделирования пакета AnyLogic.

##### Подраздел 2.5.

Инструменты агентного (мультиагентного) моделирования в пакете AnyLogic

Инструменты агентного (мультиагентного) моделирования в пакете AnyLogic. Обзор интерфейса и возможностей инструментов агентного моделирования пакета AnyLogic.

### Раздел 3.

#### Прикладные аспекты имитационного моделирования

##### Подраздел 3.1.

#### Компьютерное имитационное моделирование систем и процессов

Компьютерное имитационное моделирование экономических, социальных, производственных технологических систем и процессов. Детерминистские и вероятностные имитационные модели. Генерация случайных чисел и случайных величин с различными законами распределения. Наиболее существенные приложения имитационного моделирования в аграрной экономике, менеджменте и логистике.

##### Подраздел 3.2.

#### Динамико-системная модель распространения инноваций (диффузия Басса).

Динамико-системная модель распространения инноваций (диффузия Басса). Анализ проблемы, разработка концептуальной модели, разработка компьютерной модели, проведение вычислительных экспериментов, анализ результатов моделирования.

##### Подраздел 3.3.

#### Динамико-системные модели демографических процессов

Динамико-системные модели демографических процессов. Анализ проблемы, разработка концептуальной модели, разработка компьютерной модели, проведение вычислительных экспериментов, анализ результатов моделирования.

##### Подраздел 3.4.

#### Агентные модели поведения потребителей

Агентные модели поведения потребителей. Анализ проблемы, разработка концептуальной модели, разработка компьютерной модели, проведение вычислительных экспериментов, анализ результатов моделирования.

##### Подраздел 3.5.

#### Дискретно-событийные модели систем массового обслуживания.

Дискретно-событийные модели систем массового обслуживания. Анализ проблемы, разработка концептуальной модели, разработка компьютерной модели, проведение вычислительных экспериментов, анализ результатов моделирования.

**4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам**  
**Очная форма обучения**

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа		СР
	лекции	ПЗ	
<b>Методология имитационного моделирования и его базовые концепции</b>			
Модели и моделирование	1,0		5,0
Системная динамика в имитационном моделировании	2,0		6,6
Дискретно-событийное моделирование	2,0		6,6
Агентное (мультиагентное) моделирование	2,0		6,6
<b>Технология имитационного моделирования и его компьютерные среды</b>			
Основные этапы имитационного моделирования	1,0		5,0
Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования	0,5		5,0
Инструменты системно-динамического моделирования в пакете AnyLogic	1,0	1,4	5,0
Инструменты дискретно-событийного моделирования в пакете AnyLogic	1,0	1,4	5,0
Инструменты агентного (мультиагентного) моделирования в пакете AnyLogic	1,0	1,4	5,0
<b>Прикладные аспекты имитационного моделирования</b>			
Компьютерное имитационное моделирование систем и процессов	0,5	1,4	4,1
Динамико-системная модель распространения инноваций (диффузия Басса).	2,0	5,6	8,3
Динамико-системные модели демографических процессов	2,0	5,6	8,3
Агентные модели поведения потребителей	2,0	5,6	8,3
Дискретно-событийные модели систем массового обслуживания.	2,0	5,6	8,3

## 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа		СР
	лекции	ПЗ	
<b>Методология имитационного моделирования и его базовые концепции</b>			
Модели и моделирование	0,5		6,5
Системная динамика в имитационном моделировании	1,0		8,6
Дискретно-событийное моделирование	1,0		8,6
Агентное (мультиагентное) моделирование	1,0		8,6
<b>Технология имитационного моделирования и его компьютерные среды</b>			
Основные этапы имитационного моделирования	0,5		6,5
Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования	0,3		6,5
Инструменты системно-динамического моделирования в пакете AnyLogic	0,5	0,6	6,5
Инструменты дискретно-событийного моделирования в пакете AnyLogic	0,5	0,6	6,5
Инструменты агентного (мультиагентного) моделирования в пакете AnyLogic	0,5	0,6	6,5
<b>Прикладные аспекты имитационного моделирования</b>			
Компьютерное имитационное моделирование систем и процессов	0,3	0,6	5,4
Динамико-системная модель распространения инноваций (диффузия Басса).	1,0	2,4	10,8
Динамико-системные модели демографических процессов	1,0	2,4	10,8
Агентные модели поведения потребителей	1,0	2,4	10,8
Дискретно-событийные модели систем массового обслуживания.	1,0	2,4	10,8

## 5. Фонд оценочных средств

### 5.1. Этапы формирования компетенций

Разделы, подразделы дисциплины	Компетенции и ИД
	ПК-05
<b>Методология имитационного моделирования и его базовые концепции</b>	
Модели и моделирование	35
Системная динамика в имитационном моделировании	35
Дискретно-событийное моделирование	35
Агентное (мультиагентное) моделирование	35
<b>Технология имитационного моделирования и его компьютерные среды</b>	
Основные этапы имитационного моделирования	36, У5
Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования	36, У5
Инструменты системно-динамического моделирования в пакете AnyLogic	36, У5
Инструменты дискретно-событийного моделирования в пакете AnyLogic	36, У5
Инструменты агентного (мультиагентного) моделирования в пакете AnyLogic	36, У5
<b>Прикладные аспекты имитационного моделирования</b>	
Компьютерное имитационное моделирование систем и процессов	36, У4, У5, Н5, Н6
Динамико-системная модель распространения инноваций (диффузия Басса).	36, У4, У5, Н5, Н6
Динамико-системные модели демографических процессов	36, У4, У5, Н5, Н6
Агентные модели поведения потребителей	36, У4, У5, Н5, Н6
Дискретно-событийные модели систем массового обслуживания.	36, У4, У5, Н5, Н6

## 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

### 5.2.1. Шкалы академических оценок освоения дисциплины

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Вид оценки	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно	зачтено

### 5.2.2. Критерии достижения компетенций в ходе освоения дисциплины

#### Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент выполнил все задания, предусмотренные программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Зачтено, продвинутый	Студент выполнил все задания, предусмотренные программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Зачтено, пороговый	Студент выполнил все задания, предусмотренные программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Зачтено, продвинутый	Студент выполнил все задания, предусмотренные программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины

### **5.3. Материалы для оценки достижения компетенций**

#### **5.3.1. Вопросы к экзамену**

**Не предусмотрено**

#### **5.3.2. Задания к экзамену**

**Не предусмотрено**

#### **5.3.3. Вопросы к зачету с оценкой**

**Не предусмотрено**

### 5.3.4. Вопросы к зачету

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Модели и моделирование.	ПК-05	35
2	Общая классификация методов моделирования.	ПК-05	35
3	Метод имитационного моделирования и его особенности.	ПК-05	35
4	Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы.	ПК-05	35
5	Дискретные и непрерывные имитационные модели.	ПК-05	35
6	Концепция системной динамики в имитационном моделировании.	ПК-05	35
7	Общая структура моделей системной динамики.	ПК-05	36
8	Системные потоковые диаграммы моделей.	ПК-05	36
9	Основные этапы разработки моделей системной динамики.	ПК-05	У5
10	Концепция дискретно-событийного моделирования.	ПК-05	35
11	Общая структура дискретно-событийных моделей.	ПК-05	36
12	Карты состояний дискретно-событийных моделей.	ПК-05	36
13	Основные этапы разработки дискретно-событийных моделей.	ПК-05	У5
14	Модели систем массового обслуживания.	ПК-05	У4
15	Концепция агентного (мультиагентного) моделирования.	ПК-05	35
16	Общая структура агентных моделей.	ПК-05	35
17	Принципы поведения агентов и их взаимодействия с внешней средой.	ПК-05	36
18	Основные этапы разработки агентных моделей.	ПК-05	У5
19	Основные этапы имитационного моделирования.	ПК-05	У4
20	Общая технологическая схема имитационного моделирования.	ПК-05	У4
21	Разработка концептуальной модели объекта моделирования.	ПК-05	Н6
22	Испытание и исследование имитационной модели, направленный вычислительный эксперимент.	ПК-05	Н6
23	Проверка адекватности модели. Верификация модели.	ПК-05	Н6
24	Оценка точности и устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.	ПК-05	Н5
25	Основные цели и типы направленных экспериментов. Анализ результатов моделирования и принятие решений.	ПК-05	Н5
26	Инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования.	ПК-05	36
27	Назначение и классификация языков и систем моделирования.	ПК-05	36
28	Компьютерное имитационное моделирование экономических, социальных, производственных технологических систем и процессов.	ПК-05	У5
29	Детерминистские и вероятностные имитационные модели.	ПК-05	35
30	Наиболее существенные приложения имитационного моделирования в аграрной экономике, менеджменте и логистике.	ПК-05	У4

### 5.3.5. Темы курсового проект (работы) и вопросы к защите Не предусмотрено

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.6. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Под моделью понимается:	ПК-05	35
2	Под гомоморфизмом в теории моделирования понимается:	ПК-05	35
3	Стохастические модели это:	ПК-05	35
4	Динамические модели это:	ПК-05	35
5	Имитационное моделирование, это вид моделирования, при котором...	ПК-05	35
6	Модели системной динамики это:	ПК-05	35
7	Математической основой моделей системной динамики являются:	ПК-05	36
8	Модели системной динамики графически отображаются в виде:	ПК-05	36
9	Какой уровень абстракции изучаемой системы чаще всего характерен для моделей системной динамики?	ПК-05	36
10	Какую систему/процесс/явление предпочтительнее моделировать с помощью моделей системной динамики?	ПК-05	36
11	Дискретно-событийные модели это:	ПК-05	36
12	Алгоритмическим подходом, нехарактерным для дискретно-событийного моделирования, является:	ПК-05	36
13	GPSS это:	ПК-05	36
14	Транзактом (заявкой) в дискретно-событийных моделях называются:	ПК-05	36
15	Система массового обслуживания это:	ПК-05	36
16	Графическое описание логики дискретно-событийных моделей обычно приводится в виде:	ПК-05	36
17	Какой уровень абстракции изучаемой системы чаще всего характерен для дискретно-событийных моделей?	ПК-05	36
18	Какую систему/процесс/явление предпочтительнее моделировать с помощью дискретно-событийного подхода?	ПК-05	36
19	Агентные модели это:	ПК-05	36
20	Внешней средой в концепции агентного моделирования называется:	ПК-05	36
21	Основную целью агентных моделей является:	ПК-05	36
22	Какой из видов подобия между моделью и объектом нехарактерен для агентных моделей?	ПК-05	36
21	Основную целью агентных моделей является:	ПК-05	36
24	Какой уровень абстракции изучаемой системы чаще всего характерен для агентных моделей?	ПК-05	36
25	Какую систему/процесс/явление предпочтительнее моделировать с помощью агентного подхода?	ПК-05	36
26	Какой из этих этапов не является обязательным в процессе имитационного моделирования?	ПК-05	У5
27	Какой из этих этапов не является обязательным в процессе имитационного моделирования?	ПК-05	У5
28	Как называется имитационный эксперимент, направленный на выявление из большого числа действующих факторов тех, которые в наибольшей степени влияют на общее поведение модели?	ПК-05	У4
29	Как называется имитационный эксперимент, направленный на определение природы зависимости между двумя или несколькими действующими факторами, с одной стороны, и откликом системы, с другой?	ПК-05	У4
30	Как называется имитационный эксперимент, направленный на оценку поведения системы при некотором предполагаемом сочетании рабочих условий?	ПК-05	У4
31	Как называется процедура, направленная на доказательство того, что все используемые в модели данные, в том числе входные, обладают удовлетворительной точностью и не противоречат исследуемой системе?	ПК-05	У5
32	В какой из групп языков моделирования связь с пользователем на уровне программного интерфейса осуществляется через набор понятий соответствующей предметной области исследований?	ПК-05	36
33	Какой из нижеперечисленных элементов является обязательным в моделях системной динамики, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6

34	Какой из нижеперечисленных элементов НЕ является обязательным в моделях системной динамики, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6
35	Какой из нижеперечисленных элементов является обязательным в дискретно-событийных моделях, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6
36	Какой из нижеперечисленных элементов НЕ является обязательным в дискретно-событийных моделях, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6
37	Какой из нижеперечисленных элементов является обязательным в агентных моделях, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6
38	Какой из нижеперечисленных элементов не может использоваться в агентных моделях, разрабатываемых в среде AnyLogic?	ПК-05	Н6
39	Какая концепция лучше подходит для создания имитационных моделей экономических систем с высоким уровнем абстракции?	ПК-05	У5
40	Какая концепция лучше подходит для создания имитационных моделей экономических систем с низким уровнем абстракции?	ПК-05	У5
41	Какой принцип положен в основу классической модели распространения инноваций (модели Басса)?	ПК-05	Н5
42	На какие группы разделяются потребители в классической модели распространения инноваций (модели Басса)?	ПК-05	Н5
43	Какие из этих показателей являются обязательными для разработки любых динамико-системных моделей демографических процессов?	ПК-05	Н6
44	Каким образом на численность населения города влияет расширение площади и благоустройство городских парков и мест рекреации?	ПК-05	Н5
45	Какое минимальное количество состояний имеет агент-потребитель в моделях поведения потребителей?	ПК-05	Н6
46	Для каких целей в агентной модели поведения потребителей может быть использована сеть?	ПК-05	Н5
47	На применении каких методов основаны дискретно-событийные модели систем массового обслуживания?	ПК-05	У5
48	Что называется заявкой в дискретно-событийных моделях систем массового обслуживания?	ПК-05	У5
49	Для моделирования какого процесса может быть использован элемент «Assembler» дискретно-событийной библиотеки AnyLogic при создании модели линии переработки молока?	ПК-05	Н6
50	Для моделирования какого процесса может быть использован элемент «Batch» дискретно-событийной библиотеки AnyLogic при создании модели линии переработки молока?	ПК-05	Н6
51	Какими методами для поиска оптимальных решений в стохастических моделях вооружен встроенный оптимизатор среды AnyLogic?	ПК-05	Н5
52	Какой тип эксперимента AnyLogic наиболее подходит для анализа «что если?»	ПК-05	Н5

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.7. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Что является методологической основой имитационного моделирования?	ПК-05	35
2	Какие знаковые формы представления и виды описания лежат в основе моделируемых систем и процессов имитационных моделей?	ПК-05	35
3	Назовите общие и отличительные признаки структурно-функционального и имитационного моделирования.	ПК-05	35
4	В чем состоит принципиальное отличие математического и имитационного видов моделирования?	ПК-05	35
5	В каких случаях оправдано создание имитационной модели?	ПК-05	35
6	Для решения какого класса задач применяется имитационное моделирование и почему?	ПК-05	35
7	Какие специфические свойства имитационной модели?	ПК-05	35
8	Может ли имитационная модель создаваться на основе математического описания и насколько это оправдано?	ПК-05	35
9	Какие бывают формы представления имитационных моделей.	ПК-05	35
10	Чем должен руководствоваться системный аналитик, определяя основную структуру модели и выделяя наиболее значащие факторы в ее описании?	ПК-05	У5
11	Каким образом осуществляется в имитационных моделях детализация моделируемых процессов?	ПК-05	У5
12	Какие свойства объекта моделирования воспроизводятся (имитируются) на его имитационной модели?	ПК-05	У5
13	К какому классу моделей относятся имитационные: статичные или динамичные; стохастические или детерминированные? Почему, обоснуйте.	ПК-05	У5
14	Чем обусловлена экспериментальная природа имитации? Что является результатом прогона имитационной модели?	ПК-05	У5
15	Какие задания и механизмы продвижения модельного времени существуют в имитационных моделях? Какие механизмы задания модельного времени применяются в дискретных моделях?	ПК-05	У5
16	Какой механизм задания и продвижения модельного времени используется в моделях системной динамики? Чему равен и как задается шаг моделирования?	ПК-05	У5
17	С какими целями планируется эксперимент на имитационной модели?	ПК-05	У4
18	Как разыгрываются и программно реализуются случайные события, величины и процессы в имитационных моделях?	ПК-05	У4
19	Какой признак лежит в основе классификации имитационных моделей на дискретные и непрерывные?	ПК-05	35
20	Какие методы формализации имитационных моделей вам известны?	ПК-05	35
21	Какие классы объектов относят к системам массового обслуживания (СМО)? Определите основные элементы и процессы СМО как объектов моделирования.	ПК-05	36
22	Модели СМО являются детерминированными или стохастическими, статичными или динамическими?	ПК-05	35
21	Какие классы объектов относят к системам массового обслуживания (СМО)? Определите основные элементы и процессы СМО как объектов моделирования.	ПК-05	36
24	Опишите базовую концепцию структуризации дискретных процессно-ориентированных систем.	ПК-05	У5
25	Охарактеризуйте базовые идеи и парадигму моделей и методов системной динамики.	ПК-05	35
26	На примере производственного предприятия поясните, какие потоки и ресурсы предприятия можно представить в виде сети потоков системно-динамической модели.	ПК-05	Н6
27	Какие основные типы переменных применяются в моделях системной динамики?	ПК-05	36
28	Как переменные темпов и уровней характеризуют динамику системы?	ПК-05	36
29	Какие из известных вам парадигм и концепций имитационного моделирования предлагают универсальный способ описания процессов, динамических систем?	ПК-05	35
30	За счет чего и как можно повысить уровень детализации моделируемых процессов в системно-динамических моделях?	ПК-05	36
31	Что является формальной основой моделей системной динамики?	ПК-05	35

32	Поясните возможности языка диаграмм причинно-следственных связей и потоковых диаграмм для описания общей структуры и динамики сложной системы. Охарактеризуйте плюсы и минусы этих графовых представлений динамической системы.	ПК-05	У5
33	На примерах имитационной модели логистической или производственной системы поясните общие свойства и принципиальное отличие в процессно-ориентированном имитационном моделировании и моделях системной динамики. В чем состоит отличие в особенностях исследования динамических свойств и характеристик моделируемой системы?	ПК-05	У4
34	Насколько справедливо относить модели системной динамики к математическим моделям?	ПК-05	35
35	Графическим? Численным методам?	ПК-05	35
36	В чем отличие в создании агентных и системно-динамических имитационных моделей?	ПК-05	36
37	Сравните уровни детализации моделируемых экономических процессов в дискретных, системно-динамических и агентных имитационных моделях (на примере модели цепи поставок).	ПК-05	35
38	Дайте определение агента и опишите его свойства.	ПК-05	У4
39	Что называют многоагентной системой? Какие динамические свойства системы можно обнаружить в результате взаимодействия агентов?	ПК-05	У5
40	Как можно описать и задать поведение агента в имитационной модели? Как реализуется поведение множества агентов в имитационной модели?	ПК-05	У5
41	Сравните движение транзактов в процессной системе и поведение агентов в многоагентной системе. В чем отличие? Как реализуется описание динамики этих объектов в системе и синхронизация относительно системного модельного времени в имитационной модели?	ПК-05	Н6
42	Какие элементы динамической модели предприятия можно описать с помощью агентного моделирования?	ПК-05	Н6
43	Какие процессы в динамической модели предприятия могут быть описаны с помощью дискретного имитационного моделирования?	ПК-05	У5
44	Какие технологии используются при составлении имитационной модели?	ПК-05	У5
45	Перечислите основные этапы технологического цикла создания и испытания имитационных моделей.	ПК-05	У4
46	Опишите любую проблемную ситуацию из области экономики или управления. Сформулируйте проблему, сформируйте общую структуру системы и выявите значащие факторы, обоснуйте задачи моделирования и применимость метода имитационного моделирования.	ПК-05	У4
47	Какие полезные процедуры позволяют подтвердить достоверность разработанной имитационной модели?	ПК-05	У4
48	Какие задачи решает системный аналитик на этапе анализа исходных данных моделирования?	ПК-05	У4
49	Что общего в процедурах оценки адекватности и верификации имитационной модели?	ПК-05	У4
49	Что является мерой точности полученных результатов моделирования и как можно повысить точность оценки результатов моделирования?	ПК-05	У4

50	Как процедуры анализа чувствительности влияют на процесс разработки имитационной модели, а также планирование и организацию вычислительных экспериментов?	ПК-05	У4
51	Какие задачи решаются при тактическом планировании имитационного эксперимента?	ПК-05	У4
52	В чем основная проблематика стратегического планирования вычислительного эксперимента?	ПК-05	У4
53	Каким образом поставленные цели моделирования определяют общую структуру имитационной модели? Интерпретируйте на примере.	ПК-05	У5
54	Какие переменные мы относим к эндогенным и экзогенным, переменным состояния и выходным переменным, критериям эффективности? Пересекаются ли эти множества переменных и в каких случаях?	ПК-05	36
55	Какими соображениями должен руководствоваться системный аналитик, формируя целевую функцию и критерии оценки эффективности функционирования сложной системы?	ПК-05	Н6
56	Можно ли с помощью имитационного моделирования решать задачу поиска оптимального варианта или решения? В чем отличие такого подхода от традиционных методов оптимизации в исследовании операций?	ПК-05	Н5
57	Поясните суть, содержание и преимущества сценарного подхода в имитации.	ПК-05	У4
58	На каких этапах имитационного моделирования полезна и с какими целями применяется анимация и визуализация имитационной модели?	ПК-05	Н5
59	В чем состоит преимущество использования языков и систем моделирования по сравнению с универсальными языками программирования?	ПК-05	Н6
60	В чем основное назначение систем моделирования? Перечислите главные классификационные признаки коммерческих симуляторов.	ПК-05	36
61	Как в современных симуляторах реализуется объектно-ориентированный подход в проектировании программных систем?	ПК-05	36
62	Какие технологические возможности соответствуют симуляторам третьего и четвертого поколений?	ПК-05	36
63	Какими дополнительными возможностями должен обладать предметно-ориентированный симулятор (например, системы моделирования производственных систем, медицинского обслуживания, транспортных систем и т.п.)?	ПК-05	36
64	Какие факторы влияют на выбор симулятора при решении конкретных задач?	ПК-05	36
65	Какие стандартные функции моделирования выполняет система моделирования?	ПК-05	36
66	В каких случаях в имитационных экспериментах для анализа результатов моделирования следует применять дисперсионный анализ, а в каких – регрессионный?	ПК-05	Н5
67	Какие статистические методы и процедуры применяются в имитационном исследовании на различных этапах создания и использования имитационных моделей?	ПК-05	Н5
68	Выделите базовые элементы структуры имитационной модели производственного процесса.	ПК-05	Н6
69	Для решения какого класса задач управления производством применяется имитационное моделирование, в чем его преимущество по сравнению с расчетным методом?	ПК-05	У4
70	Какие параллельные процессы и переменные описываются в имитационной модели складской системы?	ПК-05	Н6
71	Какая выходная статистика требуется для анализа узких мест в производственной системе?	ПК-05	Н5
72	Какие выходные переменные и критерии оценки эффективности функционирования производственно-сбытовых систем формируются в имитационных моделях?	ПК-05	Н5
73	Какие динамические факторы рассматриваются в производственно-сбытовой системе?	ПК-05	Н6
74	Какие бизнес-процессы и ресурсы предприятия вы бы выделили в динамической модели предприятия для случая разработки долгосрочной стратегии его развития?	ПК-05	Н6
75	В чем состоит преимущество применения имитационного моделирования в анализе и реинжиниринге бизнес-процессов по сравнению с традиционными CASE-средствами?	ПК-05	Н5
76	Какие методологии структурно-функционального анализа могут применяться на верхнем уровне представления модели бизнес-процессов, описанных дискретно-событийными имитационными моделями?	ПК-05	Н6
77	Рассмотрите аналитическую пирамиду на примере корпоративных информационных систем. На каких уровнях управления и при решении каких задач управления в контуре информационных систем предприятия возможно применение дискретных имитационных моделей, моделей системной динамики, агентного моделирования?	ПК-05	У4

### 5.3.8. Задания для проверки формирования навыков

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Реализация динамико-системной модели распространения инноваций (диффузия Басса)	ПК-05	Н6
2	Реализация динамико-системной модели демографических процессов	ПК-05	Н6
3	Реализация агентных моделей поведения потребителей	ПК-05	Н6
4	Реализация дискретно-событийных моделей (в т.ч. систем массового обслуживания)	ПК-05	Н6
5	Реализация имитационных моделей производственных и технологических моделей в отраслях АПК	ПК-05	Н5

### 5.3.9. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрено

## 5.4. Система оценивания достижения компетенций

### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

Индикаторы дотижения компетенций		Номера
Код	Содержание	вопросы к зачету
ПК-05 Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область		
35	методы имитационного моделирования предметной области	1-6, 10, 15, 16, 29
36	инструменты имитационного моделирования предметной области	7, 8, 11, 12, 17, 26, 27
У4	использовать имитационный модели предметной области	14, 19, 20, 30
У5	разрабатывать имитационные модели предметной области	9, 13, 18, 28
Н5	использования имитационных моделей	24, 25, 34
Н6	разработки имитационных моделей	21-23, 31-33

**5.4. Система оценивания достижения компетенций**  
**5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля**

Индикаторы дотижения компетенций		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки навыков
ПК-05 Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область				
35	методы имитационного моделирования предметной области	1-6	1-9, 19, 20, 22, 25, 29, 31, 34, 35, 37	
36	инструменты имитационного моделирования предметной области	7-25, 32	21, 27, 28, 30, 36, 54, 60-65	
У4	использовать имитационный модели предметной области	28-30	17, 18, 23, 33, 38, 45-52, 57, 69, 77	
У5	разрабатывать имитационные модели предметной области	26, 27, 31, 39, 40, 47, 48	10-16, 24, 32, 39, 40, 43, 44, 53	
Н5	использования имитационных моделей	41, 42, 44, 46, 51, 52	56, 58, 66, 67, 71, 72, 75	5
Н6	разработки имитационных моделей	33-38, 43, 45, 49, 50	26, 41, 42, 55, 59, 68, 70, 73, 74, 76	1-4

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Вид издания
1	Булыгина О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении [электронный ресурс]: Учебник / О. В. Булыгина, А. А. Емельянов; Московский энергетический институт - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 - 592 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=330279">http://znanium.com/catalog/document?id=330279</a>	Учебное
2	Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [электронный ресурс]: Учебное пособие / Н. Н. Лычкина - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014 - 254 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=228561">http://znanium.com/catalog/document?id=228561</a>	Учебное
3	Токарев К. Е. Имитационное моделирование экономических процессов [электронный ресурс]: Учебное пособие / К. Е. Токарев - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет, 2015 - 88 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=198189">http://znanium.com/catalog/document?id=198189</a>	Учебное
4	Тютюников А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: курс лекций: для студентов, обучающихся по направлению 09.03.03 (230700.62) Прикладная информатика в менеджменте / А.А. Тютюников; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 - 89 с [ЦИТ 9416] [ИТ] URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b91022.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b91022.pdf</a>	Учебное
5	Улезько А.В. Порядок оценивания результатов достижения компетенций: методические материалы для основной образовательной программы по направлению: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК / А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.А. Толстых. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – 24 с.	Методическое
6	Улезько А. В. Порядок формирования компетенций: методические материалы для основной образовательной программы бакалавриата по направлению: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК / А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.А. Толстых. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – 39 с	Методическое
7	Моделирование, оптимизация и информационные технологии: рецензируемый научно-практический журнал / Учредитель : Воронежский институт высоких технологий - Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, 2020 [ЭИ] URL: <a href="https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=38737">https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=38737</a>	Периодическое

### 6.2. Ресурсы сети Интернет

#### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название
1	Лань
2	ZNANIUM.COM
3	ЮРАЙТ
4	IPRbooks
5	E-library
6	Электронная библиотека ВГАУ

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Размещение
1	Единая межведомственная информационно – статистическая система	<a href="https://fedstat.ru/">https://fedstat.ru/</a>

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Менеджмент качества	<a href="https://www.kpms.ru/QMS_automation.htm">https://www.kpms.ru/QMS_automation.htm</a>
2	Business Studio	<a href="https://www.businessstudio.ru/articles/article/instrumenty_biznes_modelirovaniya_i_osobennosti_eg/">https://www.businessstudio.ru/articles/article/instrumenty_biznes_modelirovaniya_i_osobennosti_eg/</a>
3	Бизнес-инжиниринговые технологии	<a href="http://www.betec.ru/">http://www.betec.ru/</a>
4	Моделирование, анализ и оптимизация бизнес-процессов (BPM)	<a href="http://arzumanyan.com.ru/activity/9/27.html">http://arzumanyan.com.ru/activity/9/27.html</a>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

№	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия в виде презентаций, программное обеспечение: MS Windows /Linux /Ред ОС	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, учебно-наглядные пособия в электронном виде, компьютеры с возможностью подключения к Интернет и доступом в ЭИОС; программное обеспечение: MS Windows /Linux /Ред ОС, MS Office / OpenOffice/ LibreOffice, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1.
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций: комплект учебной мебели, компьютеры с возможностью подключения к "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС; программное обеспечение: MS Windows /Linux /Ред ОС, MS Office / OpenOffice/LibreOffice, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1.
4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, специализированное оборудование для ремонта компьютеров	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1, а.: 117, 118
5	Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютеры с возможностью подключения к "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС; программное обеспечение: MS Windows /Linux /Ред ОС, MS Office / OpenOffice/LibreOffice, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1, а.: 113, 115, 116, 119, 120, 122, 122а, 126, 219 (с 16.00 до 20.00)

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.2. Программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows /Linux /Ред ОС	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice/LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ
10	Модуль решения оптимизационных задач Open Solver	ПК ауд. 116, 120 (К1)
11	Система имитац. моделирования AnyLogic 8.5.0 Personal Learning Edition	ПК ауд. 116, 120 (К1)

## 8. Междисциплинарные связи

Взаимосвязанные дисциплины		Кафедра, на которой преподается дисциплина	Подпись заведующего кафедрой
Код	Название		
Б1.О.12	Теория вероятностей и математическая статистика	Экономического анализа, статистики и прикладной математики	
Б1.В.06	Моделирование бизнес-процессов	Информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем	

