

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра математического обеспечения вычислительных систем**

**Авторы-составители: Замятина Елена Борисовна**

Рабочая программа дисциплины

**СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МАШИННОЙ ИМИТАЦИИ**

Код УМК 46067

Утверждено  
Протокол №9  
от «24» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Системы моделирования и машинной имитации

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **02.03.02** Фундаментальная информатика и информационные технологии  
направленность Открытые информационные системы

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Системы моделирования и машинной имитации** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**02.03.02** Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность : Открытые информационные системы)

**ОПК.2** способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем

**ПК.3** способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования

**ПК.7** способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ

#### 4. Объем и содержание дисциплины

|   |  |
|---|--|
| <b>Направления подготовки</b>                                       | 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность: Открытые информационные системы) |
| <b>форма обучения</b>   | очная  |
| <b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>            | 8  |
| <b>Объем дисциплины (з.е.)</b>                                      | 3  |
| <b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>                                   | 108  |
| <b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>   | 42   |
| <b>Проведение лекционных занятий</b>                                | 28   |
| <b>Проведение практических занятий, семинаров</b>                   | 14   |
| <b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b> | 0  |
| <b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>                             | 66   |
| <b>Формы текущего контроля</b>                                      | Входное тестирование (1)<br>Защищаемое контрольное мероприятие (4)<br>Итоговое контрольное мероприятие (1)         |
| <b>Формы промежуточной аттестации</b>                               | Зачет (8 триместр)   |

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Системы моделирования и машинной имитации. Первый семестр**

Дисциплина подробно рассматривает основные понятия имитационного моделирования (событие, процесс, активность), различные подходы (событийно-ориентированный, процессо-ориентированный, объектно-ориентированный, агентно-ориентированный), механизм продвижения времени. Вторая часть курса посвящена системам автоматизированного проектирования ВС, поскольку имитационное моделирование широко применяется в этой области. Студенты получают твердые знания в применении формальных математических схем для исследования ВС (в частности, сети Петри, СМО, теории очередей) и имитационного моделирования..

### **Введение в имитационное моделирование**

#### **Цели и задачи имитационного моделирования**

Цели и задачи имитационного моделирования.

Понятие модели.

Этапы разработки модели.

Виды моделей.

Определение метода имитационного моделирования, его использование и особенности по отношению к другим методам математического моделирования

#### **Обзор программных средств имитационного моделирования**

Популярные в настоящее время системы имитационного моделирования:

- GPSS,
- AnyLogic;
- Extend;
- Flexsim;
- WitNess;
- ARENA

Сравнительные характеристики систем имитационного моделирования.

Распределенное имитационное моделирование.

#### **Способы оценки имитационного программного обеспечения**

Параметры программного обеспечения, необходимые для его оценки:

- Наличие входного языка моделирования.
- Графический интерфейс
- Визуализация результатов моделирования.
- Средства управления экспериментом .
- Средства отладки имитационной модели и ее валидации на каждом из этапов моделирования.

#### **Постановка задачи и основные понятия**

Процесс, активность, событие.

Методологические подходы к построению имитационных моделей.

Определение статического класса.

Статические системы. Динамические классы. Динамические системы: определение и свойства.

Определение имитационной модели, свойства, классификация элементов (понятие активности, транзакта). Суперпозиция имитационных моделей.

### **Основные парадигмы имитационного моделирования**

#### **Способы представления времени, деление систем имитационного моделирования на**

## **непрерывные и дискретные**

Представление времени при имитационном моделировании. Непрерывное и дискретное имитационное моделирование.

## **Основные парадигмы имитационного моделирования, примеры систем имитационного моделирования**

Процессо-ориентированные, событийно-ориентированные, объектно-ориентированные и агентные парадигмы имитационного моделирования.

## **Механизм продвижения времени и архитектура систем имитационного моделирования, поддерживающих различные парадигмы моделирования**

Событийно-ориентированная парадигма моделирования, архитектура системы, механизм продвижения времени. Календарь событий.

Процессо-ориентированная парадигма моделирования, архитектура системы, механизм продвижения времени. Очередь процессов, ожидающих ресурсов.

Объектно-ориентированная парадигма моделирования, архитектура системы, механизм продвижения времени. Локальные календари событий.

Агентно-ориентированная парадигма моделирования, архитектура системы, механизм продвижения времени.

## **Способы организации календаря событий**

Упорядочивание календаря событий. Разделение календаря событий на диапазоны. Организация поиска события с минимальным временем с начала и конца календаря событий. Оценка эффективности поиска.

## **Способы организации подсистемы анализа имитационного эксперимента**

Основная статистика, собираемая в ходе имитационного прогона и способы ее получения. Методы сбора информации.

## **Организация имитационного эксперимента, стохастическое моделирование**

Стратегии запуска. Организация точек отсечения. Снижение погрешности результатов моделирования.

## **Системы имитационного моделирования**

### **Процессо-ориентированная СИМ GPSS**

Представление модели в GPSS.

Основные блоки.

Транзакты.

Логика работы интерпретатора (программы моделирования) GPSS (представление транзактов: пассивный и активный буфер; система планирования: условия продвижения транзактов и окончания моделирования, цепи текущих и будущих событий; цепи задержек и прерываний, цепи парности; фазы моделирования).

Оптимизация процесса моделирования в GPSS (использование цепей пользователя, флагов просмотра, индикаторов состояния).

### **Агентная СИМ AnyLogic**

Описание модели.

Понятие агента.

Использование языка UML для описания поведения агента.

## **Системы автоматизированного проектирования**

### **Основные понятия САПР**

Определение систем автоматизации проектирования. Уровни автоматизации проектирования.

Современные тенденции развития САПР.

- Структура процесса проектирования:
- Способы проектирования.
- Уровни проектирования.
- Процесс проектирования.
- Процедуры проектирования.

### **Состав САПР**

Математическое, программное, техническое, организационное, лингвистическое обеспечения САПР. Их основные характеристики.

### **Математическое обеспечение САПР**

Аналитические модели.

Системы массового обслуживания

Модели, описываемые процессами рождения и гибели.

Цепи Маркова.

Марковские модели оценки качества и оптимизации. Примеры.

Использование теории графов для анализа ВС

Сети Петри. Разновидности сетей Петри (стохастические, цветные, ингибиторные и т.д.).

### **Способы формализации модели в САПР**

Структурные схемы, их основные характеристики, недостатки и достоинства.

Конечные автоматы.

Линейные последовательностные машины.

Системы массового обслуживания. Механизм обслуживания. Дисциплина обслуживания. Показатели качества. Различные виды систем массового обслуживания и их характеристики. Достоинства и недостатки при использования методов теории массового обслуживания в САПР ВС.

### **Языки описания оборудования, обзор**

Обзор CHDL-языков:

- Описание структуры ВС;
- Описание поведения ВС;
- Языковые средства для описания обмена сообщениями между отдельными компонентами ВС.

Тема 6. Язык описания оборудования VHDL

Язык VHDL:

- Основные характеристики языка VHDL; Типы данных.
- Описание структуры ВС; Описание интерфейса. Архитектурные тела. Компоненты.
- Описание поведения ВС; Процессы. Процедуры. Моделирование задержек.
- Описание сообщений;
- Сбор статистических данных.

Сравнение языка VHDL с Языком TRIAD:

- Описание структуры ВС; Слои структур. Графовые константы, используемые для описания структуры ВС. Построения иерархических моделей ВС. Описание операций над моделями. Внутреннее представление модели. Аспекты реализации. Достоинства и недостатки.

- Описание поведения ВС; Рутини и события. Входные события. Операции над моделью, выполняемые

в слое рутин.

- Описание слоя сообщений; Типы. Селекторы. Операции, выполняемые в слое сообщений.
- Сбор статистических данных; Информационные процедуры и условия моделирования.

### **Язык описания оборудования VHDL**

Язык VHDL:

- Основные характеристики языка VHDL; Типы данных.
- Описание структуры ВС; Описание интерфейса. Архитектурные тела. Компоненты.
- Описание поведения ВС; Процессы. Процедуры. Моделирование задержек.
- Описание сообщений;
- Сбор статистических данных.

Сравнение языка VHDL с Языком TRIAD:

- Описание структуры ВС; Слой структур. Графовые константы, используемые для описания структуры ВС. Построения иерархических моделей ВС. Описание операций над моделями. Внутреннее представление модели. Аспекты реализации. Достоинства и недостатки.
- Описание поведения ВС; Рутин и события. Входные события. Операции над моделью, выполняемые в слое рутин.
- Описание слоя сообщений; Типы. Селекторы. Операции, выполняемые в слое сообщений.
- Сбор статистических данных; Информационные процедуры и условия моделирования.

### **Экзамен**

Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде письменного экзамена.

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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Системы имитационного моделирования и машинная имитация: теоретические основы и реализация: метод. пособие для вузов/Е. Б. Замятина [и др.], 2007, ISBN 5-7944-0817-0.-304.-Библиогр.: с. 275-286
2. Березовская, Е. А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е. А. Березовская. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-9275-2426-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/87410.html>

### Дополнительная:

1. Павлов, С. Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 2 : учебное пособие / С. Н. Павлов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 194 с. — ISBN 978-5-4332-0014-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13975>
2. Павлов, С. Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 : учебное пособие / С. Н. Павлов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 176 с. — ISBN 978-5-4332-0013-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13974>
3. Емельянов А. А., Власова Е. А., Дума Р. В. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие для студентов, обучающихся по спец. "Прикл. информатика"/А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума ; под ред. А. А. Емельянова.-М.: Финансы и статистика, 2006, ISBN 5-279-02947-5.-416.-Библиогр.: с. 409-410

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/lecture/27241?page=1> Компьютерное имитационное моделирование. Статистическое имитационное моделирование

[www.antiplagiat.ru](http://www.antiplagiat.ru) Система Антиплагиат:

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) IPRbooks

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Системы моделирования и машинной имитации** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio
- транслятор экрана VNC-viewer
- GPSS World Student Version
- NetLogo
- AnyLogic PLE

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Системы моделирования и машинной имитации**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|--|--|--|
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> | <p>Знать основные понятия о методе имитационного моделирования.<br/>Знать возможности метода имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость его применения.<br/>Иметь представление о различных классах моделей и уметь объяснить особенности имитационной модели.<br/>Знать основные этапы имитационного моделирования<br/>Знать основные компоненты систем имитации, их назначение и функции, которые они выполняют<br/>Знать основные парадигмы систем имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю<br/>Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.<br/>Знать принципы планирования имитационного эксперимента.<br/>Знать принципы сбора информации о модели и об</p> | <p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основных понятий имитационного моделирования, его возможностей и особенностей применения.<br/>Не имеет представления об особенностях имитационных моделей.<br/>Не знает основных этапов имитационного моделирования.<br/>Не знает основных компонентов систем имитации и их функционального назначения.<br/>Не имеет представления о сборе статистических данных, о планировании имитационного эксперимента<br/>Не имеет представления об основных парадигмах имитационного моделирования.<br/>Не имеет представления о возможностях применения систем имитационного моделирования для исследования сложных динамических систем.<br/>Не знает современных пакетов имитационного моделирования.<br/>Не знает принципов организации алгоритма продвижения времени.<br/>Не знает принципов сбора статистической информации.<br/>Не способен разработать программное обеспечение для создания систем имитационного моделирования.<br/>Не владеет знаниями о таких математических схемах, как СМО и сети Петри<br/>Не имеет представления об отечественных и зарубежных системах имитационного моделирования.<br/>Не может создать имитационную модель средствами GPSS и ANYLOGIC</p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения   | Критерии оценивания результатов обучения   |
|-------------|---|--|
|             | <p>особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели</p> <p>Иметь представление об особенностях изучения явлений, ситуаций, объектов и систем с использованием таких математических схем, как системы массового обслуживания и сети Петри</p> <p>Иметь представление о методах генерации псевдослучайных чисел, уметь создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.</p> <p>Иметь представление о программных средствах, реализующих имитационное моделирование (отечественных и зарубежных).</p> <p>Уметь реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессо-ориентированную или объектно-ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.</p> <p>Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p> <p>Уметь реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> | <p><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные принципы и понятия имитационного моделирования, но имеет пробелы в этих знаниях.</p> <p>Недостаточно четко знает основы имитационного моделирования с использованием ПО GPSS и ANYLOGIC, контрольные мероприятия выполнены не полностью или не в срок.</p> <p>Не выполнены требования при разработке программных средств, реализующих генерацию случайных чисел для компонента системы имитационного моделирования.</p> <p>При реализации системы имитационного моделирования не реализованы все ее функциональные возможности, связанные с разработкой компонентов продвижения времени, сбора статистики и планирования эксперимента.</p> <p>Есть существенные недоработки при реализации симулятора сетей Петри.</p> <p><b>Хорошо</b></p> <p>Недостаточно четкие знания, связанные с классификацией систем моделирования, алгоритмов продвижения времени.</p> <p>Недостаточно четкое представление о преимуществах той или иной парадигмы имитационного моделирования</p> <p>Недостаточно полное и четкое представление отчетов по защищаемым контрольным мероприятиям, связанными с разработкой программного обеспечения при создании систем имитационного моделирования и с использованием программных средств при создании имитационных моделей на GPSS и ANYLOGIC.</p> <p><b>Отлично</b></p> <p>Прочные знания основных понятий и принципов имитационного моделирования.</p> <p>Отличные знания создания моделей и применение навыков программирования на языках GPSS и ANYLOGIC</p> <p>Прочные знания функциональных возможностей компонентов систем</p> |

| Компетенция   | Планируемые результаты обучения  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|---|--|--|
|   |  | <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>имитационного моделирования, в основе которых лежат математические схемы:СМО и сети Петри и применение навыков при их реализации.</p>  |
| <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Знать основные понятия о методе имитационного моделирования.<br/>Знать возможности метода имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость его применения.<br/>Знать основные этапы имитационного моделирования<br/>Знать основные компоненты систем имитации, их назначение и функции, которые они выполняют<br/>Знать основные парадигмы систем имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю<br/>Знать принципы планирования имитационного эксперимента.<br/>Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p> | <p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствуют знания основных понятий о методе имитационного моделирования.<br/>Отсутствуют знания возможностей метода имитационного моделирования.<br/>Отсутствуют знания основных этапов имитационного моделирования<br/>Отсутствуют знания основных компонент систем имитации, их назначения и функций, которые они выполняют<br/>Отсутствуют знания основных парадигм систем имитационного моделирования<br/>Отсутствуют знания принципов планирования имитационного эксперимента.<br/>Не умеет создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Сформированы начальные знания основных понятий о методе имитационного моделирования.<br/>Сформированы начальные знания возможностей метода имитационного моделирования.<br/>Сформированы начальные знания основных этапов имитационного моделирования<br/>Сформированы начальные знания основных компонент систем имитации, их назначения и функций, которые они выполняют<br/>Сформированы начальные знания основных парадигм систем имитационного моделирования<br/>Сформированы начальные знания принципов планирования имитационного эксперимента.<br/>В целом умеет создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения   |
|-------------|---------------------------------|--|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированы базовые знания основных понятий о методе имитационного моделирования.</p> <p>Сформированы базовые знания возможностей метода имитационного моделирования и умение обосновать необходимость их применения.</p> <p>Сформированы базовые знания основных этапов имитационного моделирования</p> <p>Сформированы базовые знания основных компонент систем имитации, их назначения и функций, которые они выполняют</p> <p>Сформированы базовые знания основных парадигм систем имитационного моделирования и умения обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю</p> <p>Сформированы базовые знания принципов планирования имитационного эксперимента. Умеет создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированы систематические знания основных понятий о методе имитационного моделирования.</p> <p>Сформированы систематические знания возможностей метода имитационного моделирования и уверенное умение обосновать необходимость их применения.</p> <p>Сформированы систематические знания основных этапов имитационного моделирования</p> <p>Сформированы систематические знания основных компонент систем имитации, их назначения и функций, которые они выполняют</p> <p>Сформированы систематические знания основных парадигм систем имитационного моделирования и уверенные умения обосновать необходимость применения</p> |

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|--|--|--|
|  |  | <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю<br/>Сформированы систематические знания принципов планирования имитационного эксперимента.<br/>В совершенстве умеет создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS и ANYLOGIC.</p>   |
| <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> | <p>Знать основные понятия о методе имитационного моделирования.<br/>Знать основные этапы имитационного моделирования<br/>Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.<br/>Знать принципы сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели<br/>Иметь представление о методах генерации псевдослучайных чисел, уметь создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.<br/>Уметь реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессно-ориентированную или объектно-ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствуют знания основных понятий о методе имитационного моделирования.<br/>Отсутствуют знания основных этапов имитационного моделирования<br/>Отсутствуют знания основных принципов работы алгоритма продвижения времени, не умеет обосновать выбор того или иного алгоритма.<br/>Отсутствуют знания принципов сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели<br/>Не умеет создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.<br/>Не умеет реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессно-ориентированную или объектно-ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.<br/>Не умеет реализовать симулятор сетей Петри .</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Сформированы поверхностные знания основных понятий о методе имитационного моделирования.<br/>Сформированы поверхностные знания основных этапов имитационного моделирования</p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения   | Критерии оценивания результатов обучения   |
|-------------|---|--|
|             | <p>Уметь реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Сформированы поверхностные знания основных принципов работы алгоритма продвижения времени, умение обосновать выбор того или иного алгоритма.</p> <p>Сформированы поверхностные знания принципов сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели</p> <p>В целом умеет создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.</p> <p>В целом умеет реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессно-ориентированную или объектно-ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.</p> <p>В целом умеет реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированы базовые знания основных понятий о методе имитационного моделирования.</p> <p>Сформированы базовые знания основных этапов имитационного моделирования</p> <p>Сформированы базовые знания основных принципов работы алгоритма продвижения времени, умение обосновать выбор того или иного алгоритма.</p> <p>Сформированы базовые знания принципов сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели</p> <p>Имеет представление о методах генерации псевдослучайных чисел, умеет создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.</p> <p>Умеет реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессно-ориентированную или объектно-</p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения  |
|-------------|---------------------------------|---|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.<br/> Умеет реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированы систематические знания основных понятий о методе имитационного моделирования.<br/> Сформированы систематические знания основных этапов имитационного моделирования<br/> Сформированы систематические знания основных принципов работы алгоритма продвижения времени, устойчивое умение обосновать выбор того или иного алгоритма.<br/> Сформированы систематические знания принципов сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели<br/> Имеет представление о методах генерации псевдослучайных чисел, в совершенстве умеет создать программные средства, реализующие генераторы псевдослучайных чисел.<br/> В совершенстве умеет реализовать систему имитационного моделирования (событийно-ориентированную, процессно-ориентированную или объектно-ориентированную), включая подсистемы сбора статистических данных и алгоритма продвижения времени.<br/> В совершенстве умеет реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> |

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

| Компетенция             | Мероприятие текущего контроля  | Контролируемые элементы результатов обучения  |
|-------------------------|--|---|
| <b>Входной контроль</b> | Цели и задачи имитационного моделирования<br><b>Входное тестирование</b> | знание понятия модели, структуру процесса моделирования; умение определять виды моделей, их назначение, проводить систематизацию и классификацию моделей, использовать основные методы построения и анализа моделей систем; владение основами работы с основными объектами, явлениями и процессами, связанными с информационными системами. |

| Компетенция   | Мероприятие текущего контроля   | Контролируемые элементы результатов обучения  |
|---|---|---|
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Механизм продвижения времени и архитектура систем имитационного моделирования, поддерживающих различные парадигмы моделирования</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p> | <p>Знать основные компоненты систем имитации, их назначение и функции, которые они выполняют</p> <p>Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.</p> <p>Знать принципы планирования имитационного эксперимента.</p> <p>Знать принципы сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели</p> <p>Приобрести навыки разработки компонентов систем имитационного моделирования.</p> |
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Процессо - ориентированная СИМ GPSS</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>   | <p>Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS</p>  |

| Компетенция   | Мероприятие<br>текущего контроля  | Контролируемые элементы<br>результатов обучения   |
|---|---|---|
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Агентная СИМ AnyLogic</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>           | <p>Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как AnyLogic</p>                      |
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Язык описания оборудования VHDL</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p> | <p>Уметь реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями.</p> |

| Компетенция   | Мероприятие<br>текущего контроля                              | Контролируемые элементы<br>результатов обучения  |
|---|---|--|
| <p><b>ОПК.2</b><br/>способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.3</b><br/>способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p><b>ПК.7</b><br/>способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p> | <p>Экзамен</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p> | <p>Знать основные понятия о методе имитационного моделирования.</p> <p>Знать возможности метода имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость его применения.</p> <p>Иметь представление о различных классах моделей и уметь объяснить особенности имитационной модели.</p> <p>Знать основные этапы имитационного моделирования</p> <p>Знать основные компоненты систем имитации, их назначение и функции, которые они выполняют</p> <p>Знать основные парадигмы систем имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю</p> <p>Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.</p> <p>Знать принципы планирования имитационного эксперимента.</p> <p>Знать принципы сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели</p> <p>Иметь представление об особенностях изучения явлений, ситуаций, объектов и систем с использованием таких математических схем, как системы</p> |

| Компетенция | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|-------------|-------------------------------|--|
|             |                               | массового обслуживания и сети Петри          |

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Цели и задачи имитационного моделирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания   | Баллы |
|---|-------|
| Максимальное количество баллов  | 30    |
| Тест считается пройденным, если набрано более 40% баллов от максимального количества. | 14    |

#### Механизм продвижения времени и архитектура систем имитационного моделирования, поддерживающих различные парадигмы моделирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| Показатели оценивания  | Баллы |
|--|-------|
| Приобрести навыки разработки компонентов систем имитационного моделирования  | 12    |
| Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.       | 2     |
| Знать принципы сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели | 2     |
| Знать основные компоненты систем имитации, их назначение и функции, которые они выполняют                            | 2     |
| Знать принципы планирования имитационного эксперимента.  | 2     |

#### Процессо - ориентированная СИМ GPSS

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| Показатели оценивания   | Баллы |
|---|-------|
| Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как GPSS | 20    |

#### Агентная СИМ AnyLogic

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Уметь создать имитационную модель с применением таких программных средств, как AnyLogic | 20           |

### **Язык описания оборудования VHDL**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| <b>Показатели оценивания</b>   | <b>Баллы</b> |
|--|--------------|
| Уметь реализовать симулятор сетей Петри с простыми и достаточно ограниченными функциональными возможностями. | 20           |

### **Экзамен**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Иметь представление о различных классах моделей и уметь объяснить особенности имитационной модели.  | 2            |
| Знать основные этапы имитационного моделирования.   | 2            |
| Знать принципы планирования имитационного эксперимента.   | 2            |
| Знать и уметь обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю.  | 2            |
| Иметь представление об особенностях изучения явлений, ситуаций, объектов и систем с использованием таких математических схем, как системы массового обслуживания и сети Петри   | 2            |
| Знать основные парадигмы систем имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость применения системы моделирования, которая соответствует той или иной парадигме, указать особенности их применения и возможности, которые они могут предоставить пользователю | 2            |
| Знать основные понятия о методе имитационного моделирования.  | 2            |
| Знать возможности метода имитационного моделирования и уметь обосновать необходимость его применения.   | 2            |
| Знать принципы сбора информации о модели и об особенностях реализации подсистем сбора статистических данных о модели  | 2            |
| Знать основные принципы работы алгоритма продвижения времени, уметь обосновать выбор того или иного алгоритма.  | 2            |