

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра информационных систем и математических методов в экономике**

Авторы-составители: **Ильин Иван Вадимович**  
**Шишкин Владимир Андреевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**  
Код УМК 93799

Утверждено  
Протокол №8  
от «17» апреля 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Имитационное моделирование

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

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

Направление подготовки: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Анализ данных и искусственный интеллект в цифровой экономике

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

В результате освоения дисциплины **Имитационное моделирование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Анализ данных и искусственный интеллект в цифровой экономике)

**ПК.1** Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу информации и результатов исследований в предметной области

#### **Индикаторы**

**ПК.1.5** Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в предметной области с помощью методов математического моделирования

**ПК.10** Способен к планированию и организации аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных

#### **Индикаторы**

**ПК.10.4** Разрабатывает, обсуждает и утверждает план аналитических работ

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Анализ данных и искусственный интеллект в цифровой экономике)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	6
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (6 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Имитационное моделирование

#### Входной контроль

#### Раздел 1. Метод имитационного моделирования

В данном разделе проводится краткий экскурс в системный анализ, рассматривается понятие компьютерного моделирования, в частности сущность метода имитационного моделирования и базовые концепции структуризации и формализации имитационных систем.

#### Тема 1. Краткий экскурс в системный анализ. Понятие компьютерного моделирования

Свойства сложных систем. Сложная система, как объект моделирования. Прикладной системный анализ – методология исследования сложных систем. Определение модели. Общая классификация основных видов моделирования. Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования. Процедурно-технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем. Основные понятия моделирования (объект и цель моделирования, требования к моделям, знаковые модели и вид их описания, метод исследования). Отличительные особенности моделей различных классов.

#### Тема 2. Сущность метода имитационного моделирования.

Метод имитационного моделирования и его особенности. Статическое и динамическое представление моделируемой системы.

Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные и непрерывные имитационные модели.

Моделирующий алгоритм. Имитационная модель.

Проблемы и задачи стратегического и тактического планирования имитационного эксперимента. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели.

Общая технологическая схема имитационного моделирования.

Возможности, область применения имитационного моделирования.

#### Тема 3. Базовые концепции структуризации и формализации имитационных систем.

Методологические подходы к построению дискретных имитационных моделей. События, действия, процессы.

Содержание базовой концепции структуризации процессно-(транзактно)- ориентированных дискретных систем моделирования. Агрегативные модели: Кусочно-линейный агрегат, Схема сопряжения. Агрегативная система. Оценка агрегативных систем как моделей сложных систем. Примеры построения агрегативных моделей. Сетевые парадигмы. Сети Петри и их расширения.

Модели системной динамики: Общая структура моделей системной динамики. Содержание базовой концепции структуризации. Основные понятия. Поточковая стратификация. Диаграммы причинно-следственных связей и потоковые диаграммы моделей. Основные этапы технологии системной динамики.

Агентное моделирование. Агентный подход: новая парадигма и инновационные инструменты компьютерного моделирования. ABMS: базовая концепция, принципы и логика построения

многоагентных компьютерных моделей. Понятие агента и его характеристики (атрибуты, правила поведения, память, ресурсы, правила принятия решений, эволюция и обучение). «Возникающее» поведение как результат взаимодействия элементов сложной системы между собой и внешней средой. Агенты обучающиеся и оптимизирующие свое поведение. Особенности программной реализации агентных моделей и поддерживающие среды компьютерного моделирования. Основы практического подхода по созданию многоагентных моделей в инструментальной среде AnyLogic. Стейчарты.

## **Раздел 2. Технология имитационного моделирования**

В разделе технологии имитационного моделирования рассмотрены технологические этапы создания и использования имитационных моделей. Разобраны принципы испытания и исследования свойств имитационной модели, а также технология постановки и проведения направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели

### **Тема 4. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.**

Основные этапы имитационного моделирования. Общая технологическая схема.

Формулировка проблемы, определение целей моделирования. Системный подход к решению проблем.

Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Построение концептуальных моделей сложных систем. Элементы, параметры и переменные модели, функции критерия. Анализ (декомпозиция) и синтез (композиция) сложной системы. Границы системы, уровень детализации. Генерирование альтернатив; Формализация имитационной модели; Программирование имитационной модели; Сбор и анализ исходных данных; Испытание и исследование свойств имитационной модели; Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели; Анализ результатов моделирования и принятие решений.

### **Тема 5. Испытание и исследование свойств имитационной модели.**

Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.

### **Тема 6. Технология постановки и проведения направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели.**

Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели и его содержание. Основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном моделировании.

Основы теории планирования экспериментов: основные понятия. Основные классы планов, применяемые в вычислительном эксперименте. Последовательное планирование машинного эксперимента. Методология анализа поверхности отклика. Тактическое планирование машинного эксперимента.

Математические методы и вычислительные процедуры принятия решений в имитационном исследовании. Сценарное планирование.

## **Раздел 3. Инструменты имитационного моделирования**

В данном разделе рассмотрены инструментальные средства автоматизации моделирования.

### **Тема 7. Инструментальные средства автоматизации моделирования.**

Назначение языков и систем моделирования. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики.

Технологические возможности современных коммерческих симуляторов. Высокотехнологичный симулятор нового поколения AnyLogic и его инструментальные возможности.

Развитие технологии системного моделирования. Современные тенденции в имитационном моделировании.

Выбор системы моделирования.

#### **Раздел 4. Прикладные аспекты имитационного моделирования**

В разделе прикладных аспектов имитационного моделирования рассмотрены такие приложения как дискретное имитационное моделирование и системной динамики. Разобран вопрос многоагентного имитационного моделирования, а также высоких технологий и решений имитационного моделирования и их применение в системах поддержки принятия решений.

**Тема 8. Наиболее существенные приложения дискретного имитационного моделирования.**  
Моделирование систем массового обслуживания общего типа.

Наиболее существенные приложения дискретного имитационного моделирования в операционном и производственном менеджменте, логистике. Имитационное моделирование бизнес-процессов.

Управление цепочками поставок: типичная структура логистической цепи и ее стохастическая сеть. Основные задачи проектирования логистической сети. Моделирование деятельности цепи поставок на стратегическом, тактическом и операционном уровне. Комплексный подход к постановке и решению задачи оптимизации цепи поставок. Проектирование инфраструктуры логистических и распределительных центров. Моделирование транспортных систем.

Цифровое производство и цифровые модели: имитационные и графические VR-модели в рамках концепции e-Manufacturing.

Кейсы: - проектирование инфраструктуры логистического центра с применением имитационной модели;

- проектирование транспортной инфраструктуры, модель метро, цифровой аэропорт

#### **Тема 9. Наиболее существенные приложения системной динамики.**

Историческое развитие основополагающих проектов. Дж. Форрестер и его фундаментальные работы: «Индустриальная динамика», «Динамика развития города», «Мировая динамика».

Динамика предприятия. Фундаментальная работа Дж. Форрестер «Индустриальная динамика»: Системно-динамическая модель предприятия: структура, базовые потоки динамической модели предприятия. Механизмы корпоративного роста в работах Стермана. Стратегическая архитектура и Теория динамической стратегии по Уоррену. Динамическая система сбалансированных показателей.

**Тема 10. Многоагентное имитационное моделирование и экономика поведения.**  
Практическое применение много-агентных моделей и систем в сфере экономики и управления.

Потребительские рынки и модели поведения клиентов.

Агент-ориентированные модели в финансовой сфере. Ограниченно рациональные агенты, агенты обучающиеся и оптимизирующие свое поведение. Агентная модель фондового рынка (структура экономического окружения, правила поведения агентов, механизмы формирования цены и трейдинговые поведения агентов).

Приложения агентного моделирования в социальных системах. Поведение человека и общество.

**Тема 11. Высокие технологии и решения имитационного моделирования и их применение в системах поддержки принятия решений**

Формирование стратегии в системах управления эффективностью бизнеса. Сценарное планирование и динамический компьютерный сценарный анализ в процедурах и системах поддержки принятия решений. Системное моделирование региональных процессов. Сценарное планирование на основе обобщенной интерактивной имитационной модели региона (территории).

Системы принятия решений для первых лиц (EIS). Ситуационные центры и комнаты. Особенности экспертно-аналитической работы с применением методов и моделей системной динамики.

Цифровое производство в PLM-системах, промышленный симулятор четвертого поколения eM-Plant. Цифровые модели на основе решений Siemens Technomatix (eM-Plant).

**Контрольное мероприятие N1. Anilogic**

Умение реализовать проект имитационного моделирования с использованием системы AnyLogic

**Контрольное мероприятие N2. GPSS**

Умение моделировать задачи массового обслуживания на языке GPSS

**Контрольное мероприятие N3. Theory**

Теоретический материал по имитационному моделированию согласно тематическому плану дисциплины: методы, технологии, инструменты

## **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. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 389 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433149>
2. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для прикладного бакалавриата / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 253 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438785>

### Дополнительная:

1. Имитационное моделирование : учебное пособие / составители Д. В. Арясова, М. А. Аханова, С. В. Овчинникова. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 180 с. — ISBN 978-5-9961-1918-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/101442.html>
2. Черняева, С. Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / С. Н. Черняева, В. В. Денисенко ; под редакцией Л. А. Коробова. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/50630.html>
3. Журавлева, Т. Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» / Т. Ю. Журавлева. — Саратов : Вузовское образование, 2015. — 35 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/27380>

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

<https://www.anylogic.ru/downloads/> пакеты AnyLogic (бесплатные версии)

<https://gps-world-student-version.software.informer.com/download/> GPSS (бесплатные студенческие версии)

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

Образовательный процесс по дисциплине **Имитационное моделирование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. пакеты AnyLogic (бесплатные версии, <https://www.anylogic.ru/downloads/>),

2. GPSS (бесплатные студенческие версии, <https://gps-world-student-version.software.informer.com/download/>).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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**

В учебном процессе для изучения дисциплины «Имитационное моделирование» для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для текущего контроля требуется компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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  
Имитационное моделирование**

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

**ПК.1**

**Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу информации и результатов исследований в предметной области**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.5</b> Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в предметной области с помощью методов математического моделирования</p>	<p>Знает методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений, полученных в процессе применения методов математического моделирования в данной предметной области. Умеет использовать методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений. Демонстрирует владение методикой анализа и обобщения научных данных и полученных результатов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений, полученных в процессе применения методов математического моделирования в данной предметной области. Допускает грубые ошибки в ходе использования методов теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений. Демонстрирует недостаточное владение методикой анализа и обобщения научных данных и полученных результатов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Слабо знает методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений, полученных в процессе применения методов математического моделирования в данной предметной области. Допускает ошибки при использовании методов теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений. Демонстрирует неуверенное владение методикой анализа и обобщения научных данных и полученных результатов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений, полученных в процессе применения методов математического моделирования в данной предметной области. Допускает незначительные ошибки при проведении теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Демонстрирует владение методикой анализа и обобщения научных данных и полученных результатов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений, полученных в процессе применения методов математического моделирования в данной предметной области. Умеет использовать методы теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений. Демонстрирует уверенное владение методикой анализа и обобщения научных данных и полученных результатов.</p>

#### **ПК.10**

**Способен к планированию и организации аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.10.4</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает план аналитических работ</p>	<p>Знает методы планирования аналитических работ. Умеет разрабатывать имитационные модели, которые могут быть использованы для исследований в соответствии с планом аналитических работ. Владеет методикой построения планов аналитических работ.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает методы планирования аналитических работ. Допускает грубые ошибки в ходе разработки имитационных модели, которые могут быть использованы для исследований в соответствии с планом аналитических работ. Не владеет методикой построения планов аналитических работ.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Слабо знает методы планирования аналитических работ. Допускает ошибки при разработке имитационных моделей, которые могут быть использованы для исследований в соответствии с планом аналитических работ. Показывает неуверенное владение методикой построения планов аналитических работ.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает методы планирования аналитических работ. Допускает незначительные ошибки при разработке имитационных моделей, которые могут быть использованы для исследований в соответствии с планом</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>аналитических работ. В целом владеет методикой построения планов аналитических работ.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает методы планирования аналитических работ. Умеет разрабатывать имитационные модели, которые могут быть использованы для исследований в соответствии с планом аналитических работ. Демонстрирует уверенное владение методикой построения планов аналитических работ.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Входной контроль <b>Входное тестирование</b>	Проверяются знания по дисциплинам: статистика, математика.
<b>ПК.1.5</b> Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в предметной области с помощью методов математического моделирования <b>ПК.10.4</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает план аналитических работ	Контрольное мероприятие N1. Anilogic <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение реализовать проект имитационного моделирования с использованием системы AnyLogic
<b>ПК.1.5</b> Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в предметной области с помощью методов математического моделирования <b>ПК.10.4</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает план аналитических работ	Контрольное мероприятие N2. GPSS <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение моделировать задачи массового обслуживания на языке GPSS

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.5</b> Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в предметной области с помощью методов математического моделирования</p> <p><b>ПК.10.4</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает план аналитических работ</p>	<p>Контрольное мероприятие N3. Theory</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Теоретический материал по имитационному моделированию согласно тематическому плану дисциплины: методы, технологии, инструменты</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Входной контроль

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
Верно решены все задания (максимальный балл)	20
Пороговый результат(проходной балл)	9
Верно решенное задание (балл за 1 задание)	2

#### Контрольное мероприятие N1. Anilogic

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильная реализация одной из пяти моделей (см. присоединенный файл) при помощи системы имитационного моделирования ANYLOGIC за две недели. Разработанная модель и результаты моделирования студенты должны представить в виде отчета.	30
Правильная реализация одной из пяти моделей (см. присоединенный файл) при помощи системы имитационного моделирования ANYLOGIC в срок, превышающий две недели. Разработанная модель и результаты моделирования студенты должны представить в виде отчета.	15

#### Контрольное мероприятие N2. GPSS

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильная реализация пяти моделей систем массового обслуживания на выбор (см. присоединенный файл) на языке GPSS. Разработанная модель и результаты моделирования студенты должны представить в виде отчета через две недели.	30
Правильная реализация пяти моделей систем массового обслуживания на выбор (см. присоединенный файл) на языке GPSS. Разработанная модель и результаты моделирования студенты должны представить в виде отчета. Оценка снижается, если время исполнения превышает две недели	15

### **Контрольное мероприятие N3. Theory**

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Второй корректно отвеченный вопрос оценивается максимум в 20 баллов. Оценивается полнота, точность ответа, глубина понимания предмета.	20
Знания экзаменуемого проверяются путем ответов на билеты. В каждом билете содержится 2 вопроса. Первый корректно отвеченный вопрос оценивается максимум в 20 баллов. Оценивается полнота, точность ответа, глубина понимания предмета.	20