

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра информационных систем и математических методов в экономике

Авторы-составители: **Шульц Дмитрий Николаевич
Бячков Андрей Борисович**

Рабочая программа дисциплины
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
Код УМК 76395

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Имитационное моделирование

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика

направленность Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе

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 : Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе)

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

ПК.2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Имитационное моделирование

Сегодня имитационное моделирование является эффективным, и зачастую, единственным методом исследования и решения сложных управленческих проблем.. В сфере управления имитационное моделирование применяется в широчайшем диапазоне – от операционного и производственного менеджмента – до стратегического, в управленческом и ИТ-консалтинге. Решения на основе имитационного моделирования востребованы в отраслевых проектах, государственном и территориальном управлении.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника:

1. способен анализировать социально значимые проблемы и процессы, происходящие в обществе, и прогнозировать возможное их развитие в будущем;
2. использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: входной контроль в форме устного опроса, контроля самостоятельной работы студентов в устной форме. Аттестация по усвоению содержания дисциплины проводится в форме курсового зачета. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Программой дисциплины по учебным планам магистерских программ предусмотрены аудиторские занятия и самостоятельная работа в соотношении 40%/60%.

Входной контроль

Проверяются знания по математической логике, математическому анализу.

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, тактичeском 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).

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. 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>
2. 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>

Дополнительная:

1. 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>
2. Имитационное моделирование:Метод. указания по курсу "Систем. и прикл. программ. обеспечение"/М-во образования РФ, Перм. гос. ун-т. Каф. мат. обеспечения вычислит. систем; Сост. Л. Н. Лядова.-Пермь:ПГУ,2003.-60.-Библиогр.: с. 52
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://stepik.org/course/61480/promo> .

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

<https://gpss-world-studentversion.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://gpss-world-studentversion.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

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

1. Лекционные занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия - Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.
4. Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.
5. Текущий контроль и промежуточная аттестация - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. 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 и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>Способен создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением метода имитационного моделирования.</p> <p>«Знает»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод имитационного моделирования и его существенные отличия от других видов компьютерного моделирования, - основные этапы создания и использования имитационных моделей, содержание работ, выполняемых на различных этапах имитационного исследования, - основные парадигмы имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, <p>«Умеет»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать в современных инструментальных средах имитационного моделирования, - разрабатывать и применять имитационные модели для исследования и решения задач экономики и управления. 	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод имитационного моделирования и его существенные отличия от других видов компьютерного моделирования, - основные этапы создания и использования имитационных моделей, содержание работ, выполняемых на различных этапах имитационного исследования, - основные парадигмы имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, <p>Не умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать в современных инструментальных средах имитационного моделирования, - разрабатывать и применять имитационные модели для исследования и решения задач экономики и управления. <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Не уверенно знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод имитационного моделирования и его существенные отличия от других видов компьютерного моделирования, - основные этапы создания и использования имитационных моделей, содержание работ, выполняемых на различных этапах имитационного исследования, - основные парадигмы имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, <p>Удовлетворительный уровень умения</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать в современных инструментальных средах имитационного моделирования, - разрабатывать и применять имитационные модели для исследования и решения задач

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн экономики и управления.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо В целом хорошее знание - метода имитационного моделирования и его существенные отличия от других видов компьютерного моделирования, - основных этапов создания и использования имитационных моделей, содержание работ, выполняемых на различных этапах имитационного исследования, - основные парадигмы имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, В целом сформировано умение - работать в современных инструментальных средах имитационного моделирования, - разрабатывать и применять имитационные модели для исследования и решения задач экономики и управления.</p> <p style="text-align: center;">Отлично Высокий уровень знания - методов имитационного моделирования и его существенные отличия от других видов компьютерного моделирования, - основных этапов создания и использования имитационных моделей, содержание работ, выполняемых на различных этапах имитационного исследования, - основные парадигмы имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, Сформировано уверенное умение - работать в современных инструментальных средах имитационного моделирования, - разрабатывать и применять имитационные модели для исследования и решения задач экономики и управления.</p>
ПК.2 способность понимать,	Обучающийся способен понимать, совершенствовать и	Неудовлетворител Не знает

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>применять современный математический аппарат в части методов имитационного моделирования.</p> <p>«Знает»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математические основы имитационного моделирования, - основные методы реализации имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, - методы и методики применения имитационных моделей при исследованиях экономики и процессов управления. <p>«Умеет»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и проводить исследования с использованием имитационных моделей, интерпретировать полученные результаты моделирования в соответствии с поставленными целями и задачами моделирования. 	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <ul style="list-style-type: none"> - математические основы имитационного моделирования, - основные методы реализации имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, - методы и методики применения имитационных моделей при исследованиях экономики и процессов управления. <p>Не умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и проводить исследования с использованием имитационных моделей, интерпретировать полученные результаты моделирования в соответствии с поставленными целями и задачами моделирования. программой; <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Не уверенно знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - математических основ имитационного моделирования, - основных методов реализации имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, - методов и методики применения имитационных моделей при исследованиях экономики и процессов управления. <p>Удовлетворительный уровень умения</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и проводить исследования с использованием имитационных моделей, интерпретировать полученные результаты моделирования в соответствии с поставленными целями и задачами моделирования. <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом хорошее знание</p> <ul style="list-style-type: none"> - математических основ имитационного моделирования, - основных методов реализации имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, - методов и методик применения

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>имитационных моделей при исследованиях экономики и процессов управления. В целом сформировано умение</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и проводить исследования с использованием имитационных моделей, интерпретировать полученные результаты моделирования в соответствии с поставленными целями и задачами моделирования. <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Высокий уровень знания</p> <ul style="list-style-type: none"> - математических основ имитационного моделирования, - основных методов реализации имитационного моделирования: процессный подход, системную динамику, агентное моделирование, - методов и методик применения имитационных моделей при исследованиях экономики и процессов управления. <p>Сформировано уверенное умение</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и проводить исследования с использованием имитационных моделей, интерпретировать полученные результаты моделирования в соответствии с поставленными целями и задачами моделирования.

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
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Проверяются знания по дисциплинам: статистика, математика.
ПК.2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	Тема 4. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение реализовать проект имитационного моделирования с использованием системы AnyLogic
ПК.2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	Тема 7. Инструментальные средства автоматизации моделирования. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение моделировать задачи массового обслуживания на языке GPSS

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2 способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	Тема 11. Высокие технологии и решения имитационного моделирования и их применение в системах поддержки принятия решений Итоговое контрольное мероприятие	Теоретический материал по имитационному моделированию согласно тематическому плану дисциплины: методы, технологии, инструменты.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Верно решенное задание (максимальный балл)	20
Верно решенное задание (проходной балл)	9
Верно решенное задание (балл за 1 задание)	2

Тема 4. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.

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

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

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

Проходной балл: **15**

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

Тема 7. Инструментальные средства автоматизации моделирования.

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
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

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

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

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
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.	20