

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование и проектирование

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Системное и прикладное программирование

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Арзамас

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.04 Компьютерное моделирование и проектирование относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	<p>ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.</p> <p>ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС.</p> <p>ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области.</p>	<p>ПК-9.1:</p> <p>Знать математические методы, используемые при построении абстрактных моделей, реализующие представление объекта, системы или понятия в форме, приближенной к алгоритмическому описанию</p> <p>Уметь аргументировать выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем), абстрагироваться от конкретной природы явлений или изучаемого объекта-оригинала, создавать качественные и количественные модели, использовать пакеты прикладных программ для математических и научных расчетов, ориентированных на широкие круги пользователей</p> <p>Владеть методами проведения вычислительных экспериментов, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации,</p> <p>ПК-9.2:</p> <p>Знать теоретические вопросы, связанные с</p>	<p>Задания</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Реферат</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>представлением, передачей, хранением и обработкой информации с помощью вычислительных систем, современные формализованные математические, информационно-логические и логико-семантические модели, достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем</p> <p>Уметь эффективно работать с информацией (собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать и обобщать их, сопоставлять с аналогичными или альтернативными вариантами решения, устанавливать статистические и логические закономерности</p> <p>Владеть навыками работы с компьютером как средством управления информацией, навыками разработки различных компьютерных моделей, навыками проверки адекватности компьютерной модели, программированием и современными компьютерными технологиями для решения практических задач.</p> <p>ПК-9.3:</p> <p>Знать основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Уметь применять основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Владеть навыками планирования проведения экспериментов и обработки их результатов</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	0	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36	18
- КСР	1	1
самостоятельная работа	71	89
Промежуточная аттестация	0 Зачёт	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о
Тема 1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания. Натурные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках.	12	11		0	4	2	4	2	8	9
Тема 2. Компьютерная модель. Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели.	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 3. Объекты и их связи. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей.	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 4. Математические модели. Имитационное моделирование. Модели динамических систем.	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 5. Геометрическое моделирование и компьютерная графика. Различные подходы к классификации математических моделей.	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 6. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели. Системный подход в научных исследованиях.	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 7. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели.	12	12		0	4	2	4	2	8	10

Анализ и интерпретация модели.										
Тема 8. Учебные компьютерные модели. Программные средства для моделирования и проектирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).	12	12		0	4	2	4	2	8	10
Тема 9. Специфика использования компьютерного моделирования в IT-проектах.	11	12		0	4	2	4	2	7	10
Аттестация	0	0								
КСР	1	1						1	1	
Итого	108	108	0	0	36	18	37	19	71	89

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания. Натурные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках.

Понятие модели. Классификация моделей. Применение моделей в различных областях знаний.

Моделирование как метод познания. Этапы моделирования. Способы моделирования. Натурные модели. Абстрактные модели.

Примеры моделей. Виды моделирования в естественных науках. Виды моделирования в технических науках.

Примеры моделирования в различных науках.

Тема 2. Компьютерная модель. Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели.

Информационные модели.

Компьютерная модель: понятие, виды, применение.

Абстрактные модели: понятие, классификация, примеры. Вербальные модели: понятие, особенности, применение. Информационные модели: понятие, свойства, примеры.

Тема 3. Объекты и их связи. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей.

Объекты и их связи: понятие, важность для информационного моделирования. Основные структуры в информационном моделировании: списки, деревья, графы, таблицы. Примеры информационных моделей: модель дома, модель автомобиля, модель человека и т.д.

Тема 4. Математические модели. Имитационное моделирование. Модели динамических систем.

Основные понятия и определения математического моделирования. Задачи и ограничения математического моделирования. Классификация математических моделей. Примеры применения математического моделирования в различных областях науки и техники.

Основы теории ошибок и оценки точности математических моделей. Общая характеристика имитационного моделирования. Принципы построения имитационных моделей. Методы проведения имитационных экспериментов. Обработка и анализ результатов имитационного моделирования. Общие сведения о динамических системах и их моделях.

Классификация динамических систем и их моделей.

Математическое описание динамических систем и их моделей. Методы исследования динамических систем и их моделей.

Тема 5. Геометрическое моделирование и компьютерная графика. Различные подходы к классификации математических моделей.

Основы геометрического моделирования. Методы компьютерной графики. Трехмерное моделирование объектов. Визуализация моделей в графических программах. Создание анимационных роликов с использованием геометрического моделирования и компьютерной графики. Классификация математических моделей по отраслям науки и техники: математические модели в физике, математике, химии, биологии и т.д.

Классификация математических моделей по типу решаемых задач: детерминированные модели,

стохастические модели, динамические модели и т.д.

Классификация математических моделей по степени сложности: простые модели, сложные модели, суперсложные модели и т.д. Классификация математических моделей по способу представления данных: аналитические модели, численные модели, графические модели и т.д.

Тема 6. Deskриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели. Системный подход в научных исследованиях.

Deskриптивные модели: описание и объяснение процессов и явлений. Оптимизационные модели: нахождение оптимального решения задачи. Многокритериальные модели: выбор оптимального решения с учетом нескольких критериев. Игровые модели: анализ и прогнозирование поведения участников в конфликтных ситуациях. Сущность системного подхода. Основные принципы системного подхода. Системный анализ как метод научного исследования. Применение системного подхода в различных областях науки.

Тема 7. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация модели.

Численные методы решения математических задач.

Компьютерное моделирование как инструмент численного эксперимента. Проведение численных экспериментов с использованием различных математических моделей. Анализ и интерпретация результатов численного эксперимента. Теоретическое обоснование численного эксперимента: применение математических теорий и методов для описания и анализа исследуемых процессов и систем. Взаимосвязь численного эксперимента с натурным: использование результатов численных экспериментов для оптимизации натурных экспериментов, проверки гипотез и предположений. Использование численного эксперимента для развития и уточнения теоретических представлений: применение численных моделей для исследования гипотез и следствий из теоретических моделей, проверка их адекватности и уточнение. Достоверность численной модели: методы оценки и повышения точности и адекватности математических моделей. Анализ и интерпретация численной модели: выявление закономерностей, зависимостей и особенностей исследуемых процессов, систем и объектов, формирование выводов и рекомендаций для принятия решений. Визуализация результатов численного моделирования: использование современных методов и инструментов для наглядного представления и интерпретации полученных результатов.

Тема 8. Учебные компьютерные модели. Программные средства для моделирования и проектирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).

Определение учебной компьютерной модели.

Цели использования учебных компьютерных моделей.

Типы учебных компьютерных моделей.

Программное обеспечение, используемое для моделирования и проектирования предметно-коммуникационных сред. Инструменты и методы, используемые для моделирования и проектирования в различных предметных областях.

Оценка качества и эффективности программных средств для моделирования и проектирования.

Тема 9. Специфика использования компьютерного моделирования в IT-проектах.

Роль компьютерного моделирования в разработке IT-проектов. Особенности применения компьютерного моделирования на различных этапах разработки IT-проектов. Программное обеспечение и инструменты для компьютерного моделирования в сфере IT.

Возможности и ограничения компьютерного моделирования при разработке IT-решений.

Примеры успешного использования компьютерного моделирования в реализации IT-проектов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Компьютерное моделирование и проектирование"

(<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=7981>).

Иные учебно-методические материалы: Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу

адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Приведите описание основных понятий, утверждений (с доказательствами), моделей и формул следующих разделов дисциплины **Компьютерное моделирование**:

1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания. Натурные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках. Компьютерная модель.
2. Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели. Объекты и их связи.
3. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей. Математические модели.
4. Имитационное моделирование.
5. Модели динамических систем. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем. Модель популяции.
6. Различные подходы к классификации математических моделей. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.
7. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели. Системный подход в научных исследованиях
8. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация модели.
9. Моделирование стохастических систем. Метод статистических испытаний.
10. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины (ДСВ).

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
удовлетворительно	Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ
неудовлетворительно	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Задача: разработка модели процесса в среде MS Excel с анализом решения.

Тема: по выбору обучающегося (оптимизационная либо имитационная модель).

Методические указания.

1. Решение задач на оптимизацию.

Понятие «ОПТИМИЗАЦИЯ» подразумевает принятие наилучшего (оптимального) решения.

В задаче на оптимизацию всегда имеются исходные данные, ряд дополнительных условий (ограничений) и показатель, по величине которого можно судить о том, насколько удачно принято решение.

Типичная задача на оптимизацию – составление плана выпуска продукции для получения максимальной прибыли, при условии, что запасы сырья ограничены.

ПРИМЕР 1. Предприятие выпускает два вида изделий (И1 и И2). На изготовление затрачиваются ресурсы трех видов (Р1, Р2, Р3), запасы которых равны 30, 30 и 40 единиц соответственно. На изготовление одного изделия И1 расходуется 10, 20 и 20 единиц ресурсов Р1, Р2 и Р3 соответственно, а на изготовление одного изделия И2 – 20, 10 и 20 единиц. Известно, что каждое изделие И1 приносит предприятию доход 2 у.е., а изделие И2 – 3 у.е. Требуется определить, в каких количествах надо выпускать изделия первого и второго вида для получения максимальной выручки от реализации.

Вид сырья	Нормы затрат сырья на 1 изделие (ед.)		Запасы сырья (ед.)
	И1	И2	
Р1	10	20	300
Р2	20	10	300
Р3	20	20	400

Цена 1 изделия (у.е.)	2	3	

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью без ошибок и недочетов
хорошо	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов
удовлетворительно	выставляется студенту, если представленная им контрольная работа выполнена правильно не менее чем на 2/3 всей работы или в работе допущены не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов
неудовлетворительно	выставляется студенту, если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Снежинка Коха
2. Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё.
3. Ковер Серпинского
4. Правила обслуживания.
5. Системы итерированных функций
6. Моделирование фрактальных поверхностей
7. Приоритетные и беспriorитетные дисциплины обслуживания.
8. Выходящий поток.
9. Режим работы системы массового обслуживания (СМО).
10. Закон Литтла.
11. Системы с одним устройством обслуживания.
12. Формула Хинчина-Полячика.
13. Основы дискретно-событийного моделирования СМО.
14. Многоканальные системы массового обслуживания.

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы

Оценка	Критерии оценивания
	теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом)
хорошо	Реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации
удовлетворительно	Реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы (в процессе выступления с докладом) путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ
неудовлетворительно	ставится за рефераты, в которых нет информации о проблематике работы и ее месте в контексте других работ по исследуемой теме

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Какое высказывание наиболее точно определяет понятие «модель»:

- 1) точная копия оригинала;
- 2) оригинал в миниатюре;
- 3) образ оригинала с наиболее присущими свойствами;
- 4) начальный замысел будущего объекта?

2. Компьютерное моделирование – это:

- 1) процесс построения модели компьютерными средствами;
- 2) процесс исследования объекта с помощью компьютерной модели;
- 3) построение модели на экране компьютера;
- 4) решение конкретной задачи с помощью компьютера.

3. Вербальной моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списков товаров на складе.

4. Математической моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списка товаров на складе.

5. Информационной моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списка товаров на складе.

6. К детерминированным моделям относятся:

- 1) модель случайного блуждания частицы;
- 2) модель формирования очереди;
- 3) модель свободного падения тела в среде с сопротивлением;
- 4) модель игры «орел – решка».

7. К схоластическим моделям относятся:

- 1) модель движения тела, брошенного под углом к горизонту;
- 2) модель броуновского движения;
- 3) модель таяния кусочка льда в стакане;
- 4) модель обтекания газом крыла самолета.

8. Последовательность этапов моделирования:

- 1) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение;
- 2) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта;
- 3) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, Тест;
- 4) объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент.

9. Индуктивное моделирование предполагает:

- 1) гипотетическое описание модели;
- 2) решение задачи методом индукции;
- 3) решение задачи дедуктивным методом;
- 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы.

10. Дедуктивное моделирование предполагает:

- 1) гипотетическое описание модели;
- 2) решение задачи методом индукции;
- 3) решение задачи дедуктивным методом;
- 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы.

11. Компьютерный эксперимент – это:

- 1) решение задачи на компьютере;
- 2) исследование модели с помощью компьютерной программы;
- 3) подключение компьютера для обработки физических экспериментов;
- 4) автоматизированное управление физическим экспериментом.

12. В имитационной модели «Жизнь» (Д. Конвей) количество стационарных конфигураций:

- 1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) более 10.

13. Компьютерная модель «очередь» не может быть применена для оптимизации в следующих задачах:

- 1) обслуживание в магазине;
- 2) телефонная станция;
- 3) компьютерная сеть с выделением серверов;
- 4) спортивные соревнования.

14. В модели «очередь» случайный процесс формирования очереди является:

- 1) марковским;
- 2) немарковским;

- 3) линейным;
4) квазистационарным.

15. Для моделирования очереди менее всего подходит распределение длительности ожидания:

- 1) равновероятностное;
2) пуассоновское;
3) нормальное;
4) экспоненциальное.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	85-100% правильных ответов
хорошо	66-84 % правильных ответов
удовлетворительно	50-65 % правильных ответов
неудовлетворительно	меньше 50 % правильных ответов

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9

1. Понятие модели.
2. Классификация моделей.
3. Типовые математические схемы для построения моделей.
4. Цели и задачи имитационного моделирования, предметные области применения.
5. Принцип информационной достаточности.
6. Принцип осуществимости.
7. Принцип множественности модели.
8. Принцип агрегирования.
9. Принцип параметризации
10. Дискретные объекты имитационной модели.
11. Основные этапы процесса моделирования.
12. Концептуальная модель.
13. Равномерный отсчет времени.
14. Событийный отсчет времени.
15. Виды параллельных процессов.
16. Список текущих событий.
17. Список будущих событий.
18. Список прерываний.
19. Обобщенная схема моделирующего алгоритма.
20. Детальная схема моделирующего алгоритма.
21. Логическая схема.
22. Схема программы.
23. План проведения эксперимента.
24. Факторное пространство.
25. Стратегическое планирование.
26. Тактическое планирование.
27. Адекватность.
28. Устойчивость.

29. Чувствительность.
30. Калибровка модели.
31. Форма представления результатов.
32. Метод Монте-Карло.
33. Общая структура статистической модели.
34. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации в статистическом моделировании.
35. Моделирование случайных процессов.
36. Способы формирования базовой случайной величины.
37. Проверка качества последовательностей псевдослучайных чисел.
38. Типовые системы массового обслуживания и их характеристики.
39. Входящий поток событий.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Боев В. Д. Имитационное моделирование систем / Боев В. Д. - Москва : Юрайт, 2022. - 253 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492781> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-04734-9 : 819.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=785031&idb=0>.
2. Градов Владимир Михайлович. Компьютерное моделирование : Учебник / Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана; Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. - Москва : ООО "КУРС", 2020. - 268 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-79-9. - ISBN 978-5-16-105145-0. - ISBN 978-5-16-012263-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=629776&idb=0>.
3. Заботина Наталья Николаевна. Проектирование информационных систем : Учебное пособие / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 331 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-004509-2. - ISBN 978-5-16-104187-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=835033&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Сосновиков Георгий Константинович. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World : Учебное пособие / Московский технический университет связи и информатики, Северо-Кавказский ф-л. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2020. - 112 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-00091-035-1. - ISBN 978-5-16-010697-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=631306&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

программное обеспечение Paint.NET;

программное обеспечение 1С:

* "Бухгалтерия предприятия", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/buhv8/> ,

* "Управление торговлей", редакция 11.1, см. <http://v8.1c.ru/trade/> ,

* "Зарплата и управление персоналом", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/hrm/> ,

* "Управление небольшой фирмой", редакция 1.5, см. <http://v8.1c.ru/small.biz/> ,

* "ERP Управление предприятием 2.0", см. <http://v8.1c.ru/erp/> .

* "Бухгалтерия государственного учреждения", редакция 1.0, см. <http://v8.1c.ru/stateacc/> ,

* "Зарплата и кадры государственного учреждения", редакция 1.0, <http://v8.1c.ru/statehrm/> .

программное обеспечение PascalABC.NET

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znaniy" <http://znaniy.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»

<https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»

<https://online.edu.ru/public/promo>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Сазанов Александр Анатольевич.

Рецензент(ы): Фокеев Максим Игоревич, кандидат педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.01.2024 г., протокол № 1.