

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)


УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОДиВР
А.А. Лопатин
« 01 » 20 20 г.
Регистрационный номер 4040-20-01

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Компьютерное моделирование»

Направления подготовки (специальности):

- 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
- 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
- 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
- 09.03.02 Информационные системы и технологии
- 09.03.03 Прикладная информатика
- 09.03.04 Программная инженерия
- 10.03.01 Информационная безопасность
- 11.03.01 Радиотехника
- 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
- 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
- 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
- 38.03.01 Экономика
- 38.03.02 Менеджмент
- 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
- 01.04.02 Прикладная математика и информатика
- 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
- 11.04.01 Радиотехника
- 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
- 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
- 16.04.01 Техническая физика
- 20.04.01 Техносферная безопасность

Квалификация выпускника: бакалавр / специалист / магистр

Казань 2020 г.

Рабочая программа онлайн-дисциплины «Компьютерное моделирование» разработана профессором кафедры ПМИ, д.т.н., Новиковой С.В., доцентом кафедры ПМИ, к.т.н. Валитовой Н.Л., старшим преподавателем кафедры ПМИ Кремлевой Э.Ш., утверждена на заседании кафедры ПМИ, протокол № 8 от 31.08.2020 г.

Заведующий кафедрой ПМИ, к.т.н., доцент С.С.Зайдуллин



Рабочая программа дисциплины	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра, ответственная за ОП			 Зав. кафедрой ПМИ
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия института КТЗИ			 Председатель УМК института
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека		—	 Директор НТБ
СОГЛАСОВАНА	УМУ		—	 Начальник УМУ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов практических навыков математического и компьютерного моделирования информационных систем различного назначения, практической реализации моделей в наиболее распространенных программных пакетах компьютерного моделирования.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение способов математического и компьютерного моделирования,
- программирования и конструирования
 - компьютерных имитационных,
 - аналитических,
 - интеллектуальных систем,
 - систем массового обслуживания,
 - стохастических и динамических систем,
- изучение способов проведения компьютерных экспериментов с интерпретацией результатов компьютерного моделирования.

1.3. Объем дисциплины (модуля)

Таблица 1

Объем дисциплины для очной формы обучения

Виды учебной работы	Трудоемкость	
	в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Лекции		24
Лабораторные работы		44
Практические занятия		2
Самостоятельная работа студента		26
Контроль (аттестация)		12

1.4. Планируемые результаты обучения

Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)

Способен к разработке и применению алгоритмических и программных систем для решения профессиональных задач

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
Знание классификации и разработки математических и алгоритмических моделей реальной задачи	Знание основных способов моделирования систем в зависимости от классификации исходной задачи	Знание и понимание способов моделирования реальных процессов и систем в зависимости от реальных задач	Знание законов моделирования, основных предпосылок для выбора той или иной структуры модели
Умение пользоваться современными программными средствами для реализации алгоритмической либо математической модели	Умение выбирать соответствующее ПО	Умение применять соответствующее ПО для моделирования стандартных простых систем	Умение применять соответствующее ПО для моделирования нестандартных систем и процессов
Владение целостной системой знаний о методах и средствах программной реализации моделирования систем	Владение базовыми методами и средствами компьютерной реализации математической модели	Владение стандартными методами и средствами компьютерной реализации математической модели	Владение продвинутыми методами и средствами компьютерной реализации математической модели

Соответствие компетенции (индикаторов достижения компетенции) результатам освоения ОПОП согласно требованиям действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по соответствующим направлениям подготовки (специальностям) представлено в Приложении.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1. Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Раздел / тема	Неделя	Виды учебной деятельности					
		Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные занятия	СРС	Контроль	Итого
Модуль 1. Аналитическое моделирование							
Тема 1.1. Основные понятия теории моделирования. Классификация систем и моделей	1	2			1	1	4
Тема 1.2. Построение аналитической модели по вербальному описанию	2	2		4	1	1	8
Тема 1.3 Построение аналитической модели по данным экспериментов	3	2	2	4	1	1	10

Модуль 2. Имитационное моделирование							
Тема 2.1 Моделирование случайных величин и случайных событий	4	2		4	1	1	8
Тема 2.2 Моделирование случайных процессов	5	2		4	1	1	8
Тема 2.3 Моделирование систем массового обслуживания	6	2		4	3	1	10
Модуль 3. Моделирование интеллектуальных систем							
Тема 3.1 Введение в искусственные нейронные сети	7	2		4	3	1	10
Тема 3.2 Многослойные персептроны: построение, обучение, применение	8	2		4	3	1	10
Тема 3.3 Самообучающиеся нейронные сети	9	2		4	3	1	10
Тема 3.4 Рекуррентные нейронные сети	10	2		4	3	1	10
Тема 3.5. Нечеткие системы и нечеткий логический вывод	11	2		4	3	1	10
Модуль 4. Моделирование конфликтных ситуаций							
Тема 4.1. Игровые системы	12	2		4	3	1	10
Итого		24	2	44	26	12	108

Таблица 4

Матрица компетенций по модулям дисциплины

Модуль/тема	Планируемые результаты освоения модулей		
	Знать	Уметь	Владеть
Модуль 1			
Тема 1.1	*		
Тема 1.2	*	*	*
Тема 1.3	*	*	*
Модуль 2			
Тема 2.1	*	*	*
Тема 2.2	*	*	*
Тема 2.3	*	*	*
Модуль 3			
Тема 3.1	*	*	*
Тема 3.2	*	*	*
Тема 3.3	*	*	*
Тема 3.4	*	*	*
Тема 3.5	*	*	*
Модуль 4			
Тема 4.1	*	*	*

2.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. Аналитическое моделирование

Тема 1.1. Основные понятия и определения. Классификация систем и моделей

Цели и задачи курса. Понятие «модель» и «математическая модель». Адекватность модели. Виды моделей в зависимости от моделируемого процесса или системы. Основные классы моделей, изучаемые в данном курсе: аналитические, стохастические, имитационные, массового обслуживания, интеллектуальные

Тема 1.2. Построение аналитической модели по вербальному описанию

Этапы построения модели. Проверка модели на адекватность. Виды аналитических моделей: динамические, статические, оптимизационные. Примеры построения моделей различных видов

Тема 1.3. Построение аналитической модели по данным экспериментов

Обработка результатов экспериментов. Подготовка данных для моделирования. Понятие регрессии. Выбор регрессионной функции. Метод наименьших квадратов для определения коэффициентов регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели

Модуль 2. Имитационное моделирование

Тема 2.1. Моделирование случайных величин и случайных событий

Практические задачи, для исследования которых необходимо стохастическое моделирование. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий

Тема 2.2. Моделирование случайных процессов

Моделирование случайных процессов. Моделирование цепей Маркова. Моделирование потоков событий (Пуассоновские потоки)

Тема 2.3. Моделирование систем массового обслуживания

Понятие системы массового обслуживания (СМО). Параметры СМО, виды моделей СМО: Моделирование процессов в одноканальной системе массового обслуживания с отказами; Моделирование процессов в одноканальной системе с ограниченным ожиданием

Модуль 3. Интеллектуальное моделирование

Тема 3.1. Введение в искусственные нейронные сети

Искусственный нейрон как аналог биологического нейрона головного мозга. Способ объединения искусственных нейронов в сети. Принципы обучения нейронных сетей. Области их применения. Обзор наиболее популярных нейросетевых парадигм

Тема 3.2. Многослойные перцептроны: построение, обучение, применение

Перцептрон Розенблатта. Многослойный перцептрон с обратным распространением ошибки (Back Propagation). Градиентное обучение. Метод и алгоритм обратного распространения ошибки. Эффективность алгоритма обратного

распространения ошибки. Области применения и модификации парадигмы сети обратного распространения ошибки

Тема 3.3. Самообучающиеся нейронные сети

Сеть Кохонена: парадигма и решаемые задачи. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Алгоритм обучения соревновательного слоя нейронов. Алгоритм функционирования сети Кохонена. Визуализация и анализ данных с использованием карты Кохонена

Тема 3.4. Рекуррентные нейронные сети

Автоассоциативная сеть Хопфилда: структурная схема, передаточные функции. Алгоритм функционирования сети Хопфилда. Особенности и проблемы сетей Хопфилда

Тема 3.5. Нечеткие логические системы

Понятие лингвистической переменной, нечеткого множества и его функции принадлежности. Виды функций принадлежности. Нечеткий логический вывод Мамдани. Примеры практического решения задач при помощи нечеткой системы Мамдани

Модуль 4. Моделирование конфликтных ситуаций

Тема 4.1. Игровые системы

Основные понятия и определения теории игр. Классификация задач теории игр. Парные игры с нулевой суммой. Платежная матрица игры. Игры $(m \times n)$ с седловой точкой и их решение в чистых стратегиях. Игры $(m \times n)$ без седловой точки и их решение в смешанных стратегиях. Решение и графическая интерпретация игр (2×2) , $(2 \times n)$, $(m \times 2)$.

2.3. Взаимодействие «Студент-Контент»

В состав методического материала каждой темы входят:

1. Видео-лекция со слайдами
2. Текст лекции
3. Описание практического занятия (если предусмотрено в данной теме)
4. Описание лабораторной работы (если предусмотрена в данной теме)
5. Контрольные задания в виде тестов (вопросы типа «Множественный выбор», «Пропуски», «Численная задача»)

2.4.1. Темы видео-лекций

Темы видео-лекций совпадают с названиями тем, указанных в таблице 3.

2.4.2. Список тем практических занятий

Таблица 5.1

Модуль/ тема	Название темы занятия	Количество часов
Тема 1.2	Построение аналитической модели по данным экспериментов	2
	ИТОГО	2

2.4.3. Список тем лабораторных работ

Таблица 5.2

Модуль/ тема	Название лабораторной работы	Количество часов
Модуль 1		
Тема 1.1		
Тема 1.2	Построение аналитической модели по вербальному описанию	4
Тема 1.3	Построение модели по данным экспериментов	4
Модуль 2		
Тема 2.1	Моделирование случайных величин и случайных событий	4
Тема 2.2	Моделирование случайных процессов	4
Тема 2.3	Моделирование систем массового обслуживания	4
Модуль 3		
Тема 3.1	Введение в искусственные нейронные сети	4
Тема 3.2	Многослойные перцептроны	4
Тема 3.3	Построение карт Кохонена	4
Тема 3.4	Рекуррентные нейронные сети	4
Тема 3.5	Нечеткие системы и нечеткий логический вывод	4
Модуль 4		
Тема 4.1	Игровые системы	4
	ИТОГО	44

2.4.3. Организация самостоятельной работы на открытых Интернет-ресурсах

Таблица 6

Раздел/ тема	Источники информации	Количество часов
Раздел 1		
Тема 1.1	Моделирование как метод познания: https://youtu.be/j_L0pDfN-dQ Свойства моделей: http://kievuz.ru/svojstva-modelej.html	1
Тема 1.2	Математическое моделирование: https://youtu.be/KVOGh3KXSW8 Три этапа мат. моделирования: задача о садовнике https://youtu.be/IGqji_nt74I	1
Тема 1.3	Материалы к лекционному курсу «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ» Кафедра физхимии ЮФУ (РГУ), Лектор – ст. преп. Щербаков И.Н. «Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов (МНК)»:	1

	http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/NumMethods/Reg_MNK.htm	
Раздел 2		
Тема 2.1	Моделирование случайных величин: https://studref.com/362644/ekonomika/modelirovanie_sluchaynyh_velichin Случайные величины: https://ru.coursera.org/lecture/vvedeniye-v-nauku-o-dannykh/sluchainyie-vielichiny-VKcnD	1
Тема 2.2	Моделирование траектории случайных процессов: https://youtu.be/FB-AKJK8uS8 И.М. Андрианов, А.А. Иванов, Ю.А. Сидоркина, Б.И. Шахтарин Основы моделирования случайных процессов. Лабораторный практикум. Часть 1 (электронное издание) http://ebooks.bmstu.ru/catalog/173/book326.html	1
Тема 2.3	Материал из Википедии: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_массового_обслуживания Python для обучения научной информатике: Моделирование систем массового обслуживания https://habr.com/ru/users/devernua/favorites/page38/ Система массового обслуживания - C++ - Киберфорум: https://www.cyberforum.ru/cpp-beginners/thread1586881.html	3
Раздел 3		
Тема 3.1	Введение в нейросети: https://habr.com/ru/post/342334/ Практическое введение в нейронные сети и глубокое обучение. Часть 1 https://youtu.be/uaBp0uiLvKQ	3
Тема 3.2	Нейронные сети перцептрон для начинающих: https://radioprogram.ru/post/781 Обратное распространение ошибки. Backpropagation. Многослойный перцептрон (пример на пальцах). https://youtu.be/dDDLyxWuZvA	3
Тема 3.3	Самоорганизующаяся карта Кохонена https://youtu.be/KuJTnLHeVU8 Нейронные сети для чайников. Сеть Кохонена https://habr.com/ru/post/143668/	3
Тема 3.4	Нейронная сеть Хопфилда на пальцах https://habr.com/ru/post/301406/ Hopfield Networks is All You Need (Paper Explained) https://youtu.be/nv6oFDp6rNQ	3
Тема 3.5	Нечеткая логика — математические основы https://basegroup.ru/community/articles/fuzzylogic-math	3

	Fuzzy Logic Toolbox https://youtu.be/bel107v7_HU	
Раздел 4		
Тема 4.1	Матричные игры: примеры решения задач https://function-x.ru/games_matrix_games.html Решение матричной игры в Excel https://math.semestr.ru/games/excel.php Теория игр. Лекция 2. Решение матричной игры в чистых стратегиях https://youtu.be/QaPl8lQYKIA Теория игр. Лекция 3. Решение матричной игры в смешанных стратегиях https://youtu.be/k04kv9FtnX0	3
	ИТОГО	26

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Типовые тестовые задания по разделу 1 (примеры)

Вопрос №1 (тип Множественный выбор)

Систем какого вида НЕ существует?

1. Динамических
2. Стохастических
3. Неопределенных
- 4. Эмпирических**
5. Дискретных
6. Детерминированных

Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Неопределенные системы подразделяются на:

- 1. Системы с неизученными взаимосвязями**
- 2. Природные**
3. Статические
4. Динамические
5. Детерминированные
6. Неопределенные
- 7. Игровые**
8. Случайные
9. Недетерминированные
10. Непрерывные

Вопрос №3 (тип Пропуски)

Детерминированные системы можно разделить на ___*статические*___ и ___*динамические*___.

Вопрос №4 (тип Пропуски)

Стохастические динамические системы можно разделить на непрерывные и дискретные.

Типовые тестовые задания по разделу 2 (примеры)

Вопрос №1 (тип Пропуски)

Дано вербальное описание задачи:

Автогараж располагает 3 видами грузовых машин: А, Б, В грузоподъемностью 8т, 4т и 3т соответственно. Одна машина типа А тратит на выполнение работы 60л бензина, типа Б - 30л, типа С - 20л. Найти число машин, исходя из следующих условий:

- затраты бензина не превосходят 3000л,
- объем перевозок не менее 300т,
- суммарное количество машин минимально.

Заполните пропуски построенной для этой задачи аналитической модели (здесь X_1 – количество машин вида А, X_2 – количество машин вида Б, X_3 – количество машин вида В).

Целевая функция:

$$F(X) = \underline{1} X_1 + \underline{1} X_2 + \underline{1} X_3 \Rightarrow \min$$

Ограничения:

$$\underline{60}X_1 + \underline{30}X_2 + \underline{20}X_3 \leq \underline{3000}$$

$$\underline{8}X_1 + \underline{4}X_2 + \underline{3}X_3 \geq \underline{300}$$

$$X_i \geq \underline{0}, (i=1,3)$$

Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Дано вербальное описание задачи:

Проверка деятельности частного предприятия налоговыми органами. Предприниматель получает или теряет при проведении сделки определенную сумму. Всего за отчетный период было проведено три сделки, однако отчет за первую сделку представлен не был. Предприниматель уверяет, что сделка прошла с убытком. Известно, что во второй сделке он получает 350 долларов, а в третьей теряет 60. В конце отчетного периода общая прибыль составила 200. Сколько он получил или потерял в первой сделке?

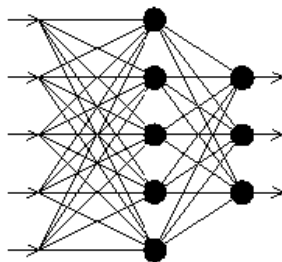
Аналитическая модель данной задачи представляет собой:

1. Дифференциальное уравнение
2. Систему дифференциальных уравнений
3. **Линейное уравнение**
4. Систему линейных уравнений
5. Оптимизационную задачу (задачу с целевой функцией)
6. Ни одно из утверждений неверно

Типовые тестовые задания по модулю 3 (примеры)

Вопрос №1 (тип Множественный выбор). Отметьте правильный ответ.

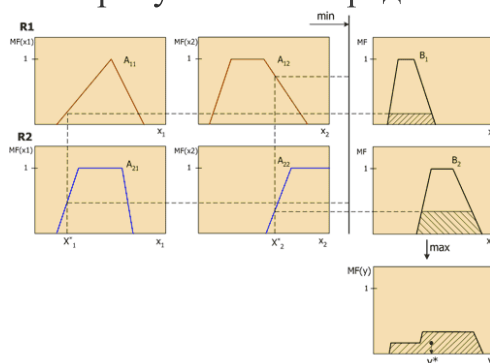
Нейронная сеть на рисунке ниже представляет собой...



- А. Сеть Кохонена
- Б. Сеть Хопфилда
- В. Многослойный персептрон
- Г. Персептрон Розенблатта
- Д. Вероятностную нейронную сеть

Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Отметьте правильный ответ. На рисунке ниже представлена схема ...



- А. обучения многослойного персептрона
- Б. нечеткого логического вывода
- В. работы системы массового обслуживания с конечной очередью
- Г. определения функций активации искусственного нейрона
- Д. моделирования равномерной случайной величины
- Е. системы Simulink

Типовые тестовые задания по модулю 4 (примеры)

Вопрос №1 (тип Множественный выбор)

Отметьте правильный ответ. Парная игра — это игра

- А. с двумя участниками
- Б. с двумя постоянными коалициями
- В. оба ответа: А. и Б.

Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Отметьте все правильные ответы. Правила игры регламентируют:

- А. возможные варианты действий игроков
- Б. объем информации каждой стороны о поведении другой
- В. исход игры, к которому приводит каждая совокупность ходов
- Г. платежную матрицу
- Д. стратегии игроков, приводящие к тому или иному исходу

Вопрос №4 (тип Множественный выбор)

Отметьте правильный ответ. Игра называется конечной, если

- А. у каждого игрока имеется только конечное число стратегий
- Б. хотя бы у одного игрока имеется только конечное число стратегий
- В. у каждого игрока имеется только конечное число ходов

Типовые вопросы при оценке выполнения лабораторной работы (примеры)

Используя экспериментальные данные из таблицы № 1 необходимо построить несколько аналитических моделей зависимости и вычислить коэффициент детерминации R^2 . При ручной обработке экспериментальных данных:

1) **определить численные коэффициенты** функции регрессии (линейной или нелинейной);

2) **оценить силу** найденной регрессионной зависимости на основе коэффициента детерминации R^2

3) **сделать прогноз** (при $R^2 > 75\%$) или сделать вывод о невозможности прогнозирования с помощью найденной регрессионной зависимости. $75\% > R^2$

4) при **невозможности прогноза**, найти (подобрать) нелинейную регрессию, чтобы выполнилось предыдущее условие.

3.2. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля)

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде тестирования.

Тестирование производится на каждом этапе обучения. Итоговый балл складывается из баллов на каждом этапе. Максимальное количество баллов равно **121**.

Таблица 7

Система оценки результатов освоения дисциплины

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 100 до 121	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 80 до 99	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 60 до 79	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 60	Неудовлетворительно

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1. Основная литература

1. Симаков М.Ю. Математика и Мир, М: Самообразование, 2008 г, 134с. (ISBN 978-5-87140-283-2) Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]: URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004095191/ свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

2. Андрияшечкин С.М. Компьютерный практикум по физике, Омск, Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ им. Столыпина, 2016г. Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]:

https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008566163/ свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

3. Мизюн В. А. Интеллектуальное управление производственными системами и процессами: принципы организации и инструменты / В. А. Мизюн ; Российская акад. наук, Самарский науч. центр. - Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2012. - 213 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-93424-590-1 Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_006529314/ свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

4. В. М. Кузнецов, В. А. Песошин Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки. - Казань : Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. - 336 с. - Электронная библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс], URL: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2703/813104.pdf/index.html> свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

4.1.2. Дополнительная литература

1. Компьютерное моделирование измерительных процессов. Практикум в среде MathCAD на примерах из механики и оптики / Учебное пособие [Электронный ресурс]: URL:

https://books.ifmo.ru/book/201/kompyuternoe_modelirovanie_izmeritelnyh_processov.praktikum_v_srede_MathCAD_na_primerah_iz_mehaniki_i_optiki/_uchebnoe_posobie..htm –Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

2. Новиков Б.Ю. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование»: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 42 с. - [Электронный ресурс]: URL:

https://books.ifmo.ru/book/735/metodicheskie_ukazaniya_k_vypolneniyu_laboratornyh_rabot_po_discipline_%C2%ABkompyuternoe_modelirovanie%C2%BB:_uchebno-metodicheskoe_posobie..htm - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

3. Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., О.А. Цуранов Введение в математическое моделирование - Санкт-Петербург: СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 44 с.- [Электронный ресурс]: URL:

https://books.ifmo.ru/book/1445/vvedenie_v_matematicheskoe_modelirovanie..htm.- Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4. Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.- [Электронный ресурс]: URL:

https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:_uchebnoe_posobie.htm - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4.1.3. Методическая литература к выполнению лабораторных работ

1. Новикова С.В. Специальные разделы теории принятия решений : лаб. практикум / С. В. Новикова ; Мин-во образ-я и науки РФ, Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО "КГТУ им. А.Н. Туполева". - Казань : Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009. - 39 с. - [Электронный ресурс]: URL:

http://elibs.kai.ru/docs_file/803066/HTML/2/index.html- Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

2. Новикова С.В. Теория принятия решений : лабораторный практикум / С.В. Новикова ; Мин-во образ-я и науки РФ; Федеральное агентство по образ-ю; КГТУ им. А.Н. Туполева. - Казань : Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007. - 44 с. - - [Электронный ресурс]: URL:

<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-462/809792.pdf/index.html> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4.2. Информационное обеспечение дисциплины

4.2.1. Основное информационное обеспечение

1. Новикова С.В., Валитова Н.Л., Кремлева Э.Ш. Онлайн-курс «Компьютерное моделирование», КНИТУ-КАИ, Электронная образовательная платформа Stepik [Электронный ресурс]: URL: <https://stepik.org/61480>. – Режим доступа: по регистрации (по логину и паролю) (дата обращения 06.12.2020)

2. Новикова С.В., Валитова Н.Л., Кремлева Э.Ш. Онлайн-курс «Компьютерное моделирование», КНИТУ-КАИ, система единого окна online.edu.ru [Электронный ресурс]: <https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&cid=11093417>. - Режим доступа: по регистрации (по логину и паролю) (дата обращения 06.12.2020)

4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение

1. Новикова С.В., Кремлева Э.Ш. Компьютерное моделирование процессов и систем: курс дистанц. обучения по направлениям подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.04 «Программная инженерия», 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», изд-во КНИТУ-КАИ, Казань, 2015 [Электронный ресурс]: URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blank-Page?cmd=view&content_id=82788_1&course_id=9492_1 – Режим доступа: Доступ по логину и паролю (дата обращения 06.12.2020)

2. Сайт компании-разработчика ПО для нейросетевого моделирования - Продвинутая аналитика без программирования [Электронный ресурс]: URL: <https://basegroup.ru/deductor/description>, Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

3. Электронный учебник по нейронным сетям [Электронный ресурс]: URL: <http://neuralnet.info/> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4. Электронный учебник по пакету Statistica. [Электронный ресурс]: URL: http://statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

5. Кожевников Ю.В. Введение в математическую статистику. Компьютерный учебник. Казань, КГТУ, 1996. – 146 с. [Электронный ресурс]: URL: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-624/%D0%9C401.pdf/index.html>,

4.3. Кадровое обеспечение

4.3.1. Базовое образование

Высшее образование в области прикладной математики и информатики и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области прикладной математики и информатики.

4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению прикладная математика и информатика, выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года), практический опыт работы в области прикладной математики и информатики на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области прикладной математики и информатики, информатики и вычислительной техники, либо в области педагогики.

Приложение
к рабочей программе дисциплины
(модуля) «Компьютерное моделирование»

Коды компетенций (результатов освоения ОПОП) в соответствии
с действующими федеральными государственными образовательными стандартами
высшего образования по направлениям подготовки (специальностям),
формируемых в результате освоения дисциплины (модуля)
«Компьютерное моделирование»

Код направления подготовки (специальности)	01.03.02	02.03.02	02.03.03	09.03.01	09.03.02	09.03.03
Код компетенции	ОПК-2, ПК-7	ПК-6	ПК-2	ПК-1, ПК-2	ОПК-6, ПК-1, ПК-13	ОПК-2, ПК-14

Код направления подготовки (специальности)	09.03.04	10.03.01	11.03.01	11.03.02	11.03.04	15.03.05
Код компетенции	ОПК-4, ПК-19	ПК-2	ОПК-1	ОПК-1	ОПК-1	ПК-1, ПК-4

Код направления подготовки (специальности)	38.03.01	38.03.02	25.05.03	01.04.02	09.04.01	11.04.01
Код компетенции	ОПК-3, ПК-8	ПК-12	ОПК-7	ОПК-3	ОПК-2	ОПК-4

Код направления подготовки (специальности)	11.04.02	13.04.02	16.04.01	20.04.01
Код компетенции	ОПК-4	ОПК-2	ПК-7	ПК-11