

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.33 Компьютерное моделирование

Учебный план: ФГОС3++b010302-123_21-14.plx

Кафедра: **16** Прикладной математики и информатики

Направление подготовки:
(специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
6	УП	34	34	40	36	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

старший преподаватель

Леонова Н.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Яковлев В.П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Яковлев В.П.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: – формирование систематических знаний о современных методах компьютерного моделирования, их месте и роли в системе наук;
– расширение и углубление понятий математики, информатики;
– развитие абстрактного мышления, методов моделирования, алгоритмической культуры и общей математической и информационной культуры

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть:
моделирование как метод научного познания, познакомиться с методологией моделирования,
- Научить понимать и применять:
 - компьютер в качестве средства познания и научных исследований в различных областях практической деятельности и научных исследований;
 - методы моделирования для решения конкретных задач.
- Сформировать навыки в области моделирования процессов и систем различной природы, а также в области образования

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Алгебра и геометрия

Физика

Математический анализ

Численные методы

Теория вероятностей и математическая статистика

Уравнения математической физики

Дифференциальные уравнения

Информатика

Учебная практика, практика использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности

Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Знать: современные математические методы компьютерного моделирования.

Уметь: использовать и адаптировать современные математические методы компьютерного моделирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

Владеть: навыками использования и адаптации современных математических методов компьютерного моделирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

Знать: математические модели компьютерного моделирования, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности.

Уметь: применять и модифицировать математические модели компьютерного моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности.

Владеть: навыками применения и модификации математических моделей компьютерного моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основные понятия теории моделирования	6					О,Д
Тема 1. Введение в компьютерное моделирование История появления моделирования. Понятие модели, моделирования, адекватности модели. Цели и задачи моделирования. Процесс моделирования.		2	1	2		
Тема 2. Классификация моделей Типы классификации моделей. Материальные (физические) и идеальные модели. Когнитивные, содержательные, концептуальные, формальные модели. Компьютерные модели. Примеры.		2	1	2		
Тема 3. Бизнес-моделирование Средства бизнес-моделирования. Модели, используемые в бизнесе. Методологии анализа бизнес-процессов. Описание средства моделирования ARIS. Методика построения моделей с помощью системы ARIS. Примеры.		2	2	3		
Тема 4. Математическое моделирование Математическая модель. Классификация моделей. Основные этапы математического моделирования.		2	2	2		
Тема 5. Основные понятия имитационного моделирования Задачи имитационного моделирования. Области применения моделей. Этапы построения моделей. Преимущества и недостатки имитационного моделирования.		2	2	2		
Раздел 2. Компьютерное моделирование физических процессов и явлений						

<p>Тема 6. Физико-математические модели физических процессов.</p> <p>Роль и возможности математического моделирования. Основные методы приближенных вычислений. Компьютерные модели в физике и технике. Модели колебательной системы, движения тела и ракеты, модель теплопроводности</p>		3	4	5		
<p>Тема 7. Численные методы в компьютерном моделировании.</p> <p>Свободное падение с вязким трением. Осциллятор. Фазовый портрет нелинейного и хаотического осциллятора. Нагревание стержня и пластины. Модель популяции. Моделирование в экономике и социальных науках. Модели в экологии. Виды и примеры моделей в экономике. Особенность создания и анализа оптимизационных моделей.</p>		3	4	5	AC	
<p>Раздел 3. Имитационное и стохастическое моделирование</p>						
<p>Тема 8. Имитационные модели систем.</p> <p>Методологии имитационного моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей. Применение теории вероятностей и математической статистики в имитационном моделировании. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Статистические проблемы имитационного моделирования. Детерминированные и стохастические модели. Методы статистического моделирования. Параметры стохастических моделей. Понятие о методах планирования экспериментов. Метод Монте-Карло и его применение</p>		6	4	9		O
<p>Тема 9. Датчики случайных чисел.</p> <p>Принципы построения алгоритмы. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей. Виды генераторов и их особенности. Получение последовательностей с заданным распределением.</p>		4	4	4		

Тема 10. Имитационный подход в дискретном моделировании. Метод клеточных автоматов в дискретном математическом моделировании физикомеханических процессов. Сведения о клеточных автоматах, история метода, виды окрестностей. Правила клеточного автомата для моделирования различных процессов. Реализация подхода клеточных автоматов.		6	6	4		
Тема 13. Современные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Основные технологии конструирования программных продуктов, принципы, направления и подходы к разработке компьютерных моделей и программ моделирования сложных систем, а также системы автоматизации аналитического (MathCAD, MATLAB), технического (Vissim) и имитационного (Anylogic) моделирования.		2	4	2	АС	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5		73,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):

Целью выполнения курсовой работы является изучение существующего программного обеспечения по разработке компьютерных моделей, закрепление и расширение практических навыков работы с программными приложениями.

Задачи курсовой работы: систематизация знаний, полученные в ходе изучения дисциплины, углубленное освоение методов практической работы по созданию, обработке и анализу моделей из различных областей знания; углубление изучения основных программ компьютерного моделирования.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта):

Математическое моделирование физических процессов и явлений. Задания согласно методическим указаниям по выполнению курсовой работы.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально, с использованием специального компьютерного обеспечения и эмуляторов, находящихся в свободном доступе в сети Internet.

Результаты представляются в виде отчета, объемом до 20 листов, содержащего следующие обязательные элементы:

- постановка задачи и литературный обзор по методам ее решения;
- разработанная математическая модель задачи и ее компьютерная реализация;
- наборы данных для демонстрации исследованных режимов работы задачи;
- исследования и выводы.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	<p>1. Излагает основные законы естественно-научных дисциплин описываемых с помощью математического моделирования</p> <p>2. Сопоставляет основные законы естественно-научных дисциплин и математические методы в процессе анализа и обработки данных.</p> <p>3. Применяет вычислительные алгоритмы математики при решении профессиональных задач</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p> <p>3. Курсовая работа</p>
ОПК-2	<p>1. Правильно выбирает и перечисляет моделирования, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>2. Формулирует и объясняет методы построения математических и компьютерных моделей, может выбрать прикладное программное средство для проведения компьютерного эксперимента и обосновать свой выбор.</p> <p>3. Применяет компьютерное моделирование в решении практических задач разных областей знания. Может интерпретировать полученные результаты, делать выводы об адекватности той или иной модели.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p> <p>3. Курсовая работа</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал. Демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин. Умеет применять методы математического и компьютерного моделирования для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>	<p>Полное и всесторонне рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками информации. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой темы. Даны полные выводы и ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в срок.</p>
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал, демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин. Умеет применять методы математического и компьютерного моделирования для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Допускает ошибки при</p>	<p>Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки сдачи работы.</p>

	ответах на дополнительные вопросы преподавателя и несущественные погрешности при решении практических задач	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает неполное знание теоретических основ дисциплины, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; не знаком с дополнительной литературой; может проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя. вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах. Качество работы низкое. Либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает теоретических основ дисциплины, способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя. Не понимает смысл условия задачи, не может построить ее математическую модель и решить практическую задачу.	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Отсутствуют один или несколько обязательных элементов задания. Допущены многочисленные грубые ошибки при выполнении. Нарушение правил оформления, неспособность ответить на дополнительные вопросы. Нарушение сроков сдачи работы.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.
2	Геометрическое моделирование и компьютерная графика.
3	Клеточные автоматы.
4	Фрактальная математика. Построение фракталов.
5	Имитационное моделирование
6	Моделирование стохастических систем. Метод статистических испытаний.
7	Метод Монте-Карло
8	Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.
9	Модели сплошных сред. Моделирование процесса теплопроводности. Понятие о методе конечных разностей.
10	Моделирование как метод познания. Виды моделирования в естественных и технических науках. Цели и задачи моделирования
11	Понятие «модель». Натурные и абстрактные модели.
12	Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели. Объекты и их связи.
13	Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели. Системный подход в научных исследованиях
14	Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей. Математические модели.
15	Различные подходы к классификации математических моделей. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.
16	Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация модели.
17	Моделирование динамических систем (ДС). Фазовая характеристика ДС. Гармонический и нелинейный осцилляторы, их фазовые портреты. Диссипативные системы. Качественное исследование поведения ДС. Бифуркации.

18	Хаос в динамических системах. Сценарии перехода детерминированного поведения ДС к хаотическому. Механизм Фейгенбаума. Его бифуркационная диаграмма. Неустойчивость хаотических этапов эволюции ДС.
19	Учебные компьютерные модели. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Составить алгоритм нахождения числа «Пи» методом статистических испытаний Монте-Карло по созданной стандартным генератором последовательности точек внутри и вне круга, находящегося внутри квадрата.

2. Построение модели прыгающего мячика средствами Simulink MATLAB

3. Построение модели Вольтера-Лотки в Simulink MATLAB.

4. Шар, сделанный из алюминия радиуса $r = 0,15$ м падает в глицерине, встречая силу сопротивления, пропорциональную скорости. Найти изменение скорости и высоты падения при изменении времени. Построить графики зависимости скорости и высоты от времени.

5. Рассмотреть полет чугунного ядра радиуса $R=0,3$ м, выпущенного с начальной скоростью $v_0= 50$ м/с под углом $\alpha = 10^\circ$ к поверхности Земли. Определить, какое расстояние пролетит ядро, на какую максимальную высоту оно поднимется.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 30 минут;
- Экзамен проводится в компьютерном классе.
- Защита курсовой работы проводится в компьютерном классе. На доклад по защите выделяется 5- 7 минут. Общее время защиты одной работы не должно превышать 15 минут

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Салмина, Н. Ю.	Имитационное моделирование	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент	2015	http://www.iprbookshop.ru/70012.html
Боев, В. Д., Сыпченко, Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/102015.html
Тупик, Н. В.	Компьютерное моделирование	Саратов: Вузовское образование	2019	http://www.iprbookshop.ru/79639.html
Петлина, Е. М.	Компьютерное моделирование	Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа	2019	http://www.iprbookshop.ru/83270.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

Н.Л. Леонова	Компьютерное моделирование: методические указания по выполнению курсовой работы	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriklimatiif/1598558303.pdf
Н.Л. Леонова	Компьютерное моделирование [Текст]: курс лекций	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafpriklimatiif/9.pdf
Пашенко, Д. И., Гнутикова, М. И., Мустафина, А. Д., Мустафин, Р. М.	Компьютерное моделирование	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2020	http://www.iprbookshop.ru/105020.html
Н.Л. Леонова	Компьютерное моделирование [Текст]. Ч.1. :учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	
В.П. Яковлев, П.Е. Антонюк	Подготовка, оформление и защита курсовой работы	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriklimatiif/4.pdf
Коробова, Л. А., Бугаев, Ю. В., Черняева, С. Н., Сафонова, Ю. А.	Математическое моделирование. Практикум	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2017	http://www.iprbookshop.ru/70808.html
Боев, В. Д., Сыпченко, Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	http://www.iprbookshop.ru/73655.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
 Национальное общество имитационного моделирования [Электронный ресурс]. URL: <http://simulation.su/ru.html>
 Сайт Rand Model Designer - высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных имитационных моделей сложных динамических систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mvstudium.com/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013
 PTC Mathcad 15

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду