Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра информатики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Программа учебной дисциплины Предметно-методического модуля основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.01 Педагогическое образование,

направленность (профиль) образовательной программы
Технология

(заочная форма обучения)

Составитель: Аббязова М.Г, старший преподаватель кафедры информатики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «21» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерное моделирование» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) Предметно-методического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы «Технология», заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках ряда дисциплин учебного плана, изученных обучающимися в 1-7 семестрах: Теория вероятностей и математическая статистика, Физика.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин и прохождения практик: Производственная (педагогическая).

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Компьютерное моделирование» является является подготовка бакалавра к работе учителем информатики и ИКТ в общеобразовательной школе.

Задачей освоения дисциплины знакомство студентов с элементами моделирования вообще и компьютерного моделирования в частности, с понятием модели и классификацией моделей, знакомство с этапами и основными приёмами моделирования, формирование умений формализации, построения модели и ее исследования.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Компьютерное моделирование» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-12 Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций. ПК-12.1. Знает формулировки определений,	ОР-1 формулировки определений, содержательное значение терминов и понятий предметной области, структурную взаимосвязь между элементами изучаемых объектов; различные методы и алгоритмы оперирования с объектами предметной области; области применения	ОР-2 выделять и анализировать структурные элементы, входящие в систему познания предметной области; приводить различные примеры, иллюстрирующие изучаемые свойства, правила и алгоритмы; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи	ОР-3 простейшими методами анализа изучаемых объектов; основными приёмами классификации объектов и алгоритмами решения типовых задач.

содержательное значение терминов и понятий предметной области, правила и алгоритмы оперирования с объектами предметной области, понимает взаимосвязь между структурными элементами; имеет представление о функциях и практическом применении изучаемых объектов. ПК-12.2. Умеет выделять и анализировать структурные элементы, входящие в систему познания предметной области; определять логическую взаимосвязь между компонентами предметной области; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи предметной области. ПК-12.3. Владеет профессиональной терминологией и основами профессиональной речевой культуры; методами доказательных рассуждений;	изучаемых объектов в учебных и практических ситуациях.	предметной области среднего уровня сложности.	

методами анализа изучаемых объектов, методами систематизации и структурирования знаний в предметной области, основами моделирования в предметной области.			
ПК-14. Способен устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями ПК-14.1. Знает роль и возможности применения аппарата предметной области в смежных научных областях, их методологическое и мировоззренческое значение; имеет представление о междисциплинарных связях, научных методах смежных областей ПК-14.2. Умеет определять роль полученных знаний для смежных областей и для школьного курса, применять полученные знания в решении	ОР-4 о различных сферах применимости знаний предметной области, о существовании междисциплинарных связей, о конкретных примерах методологического взаимодействия между дисциплинами.	ОР-5 показывать значимость знаний предметной области в практической деятельности и в научных исследованиях, иллюстрировать примерами наличие междисциплинарных связей, решать некоторые простейшие междисциплинарные задачи, характеризовать применимость знаний предметной области в школьном курсе.	ОР-6 отдельными междисциплинарными методами и решения задач, некоторыми методами построения моделей объектов смежных областей средствами предметной области.

прикладных задач. ПК-14.3. Владеет междисциплинарными методами и подходами к решению научных и практических задач, методами моделирования в междисциплинарных и смежных областях.			

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма итоговой аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практическ. Занятия, час	Самостоят. Работа,час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
7	3	108	4	10	-	85	экзамен (9)
Итого:	3	108	4	10	-	85	экзамен (9)

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Моделирование как метод познания	1			10
Информационные модели	1		1	10
Компьютерное моделирование в физике			2	10
Компьютерное моделирование в экологии			2	10
Имитационное моделирование	1		2	15
Моделирование стохастических систем	1		2	15
Моделирование систем массового обслуживания.			1	15
Всего	4		10	85

5.1. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

1. Моделирование как метод познания

Цели и задачи моделирования. Понятие “модель”. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Математическая модель. Компьютерная модель.

Интерактивная форма: Работа в микрогруппах: примеры моделей, относящихся к разным классам.

2. Информационные модели

Информационные модели. Объекты и их связи. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей.

3. Компьютерное моделирование в физике

Детерминированные модели. Моделирование свободного падения тела. Уравнения матфизики. Классификация уравнений матфизики. Моделирование процесса теплопроводности.

Интерактивная форма: Совместное выполнение заданий.

4. Компьютерное моделирование в экологии

Экология и моделирование. Модели внутривидовой конкуренции. Динамика численности популяций хищника и жертвы.

Интерактивная форма: Совместное выполнение заданий.

5. Имитационное моделирование

Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.

Интерактивная форма: Работа с интерактивной доской.

6. Моделирование стохастических систем

Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Броуновская динамика. Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Метод статистических испытаний. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.

Интерактивная форма: Совместное выполнение заданий.

7. Моделирование систем массового обслуживания.

Моделирование в системах массового обслуживания. Равномерный и пуассоновский поток событий.Очередь к одному "продавцу". Система с отказами.

Интерактивная форма: Совместное выполнение заданий.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения лабораторных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой контрольных материалов, которая включает 12 вариантов, в каждом из которых 3 задания.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки к защите лабораторной работы;
- подготовка к защите реферата;

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. М.Г. Аббязова, Е.В.Беляева. Компьютерное моделирование: Учебно-методическое пособие. – Ульяновск, УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2013.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 Защита лабораторной работы ОС-2 Отчет о выполнении индивидуального задания ОС-3 Контрольная работа	ОР-1знает формулировки определений, содержательное значение терминов и понятий предметной области, структурную взаимосвязь между элементами изучаемых объектов; различные методы и алгоритмы оперирования с объектами предметной области; области применения изучаемых объектов в учебных и практических ситуациях. ОР-2 умеет выделять и анализировать структурные
	Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен) ОС-4 Экзамен в форме устного собеседования	

		элементы, входящие в систему познания предметной области; приводить различные примеры, иллюстрирующие изучаемые свойства, правила и алгоритмы; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи предметной области среднего уровня сложности. ОР-3 владеет простейшими методами анализа изучаемых объектов; основными приёмами классификации объектов и алгоритмами решения типовых задач ОР-4 знает о различных сферах применимости знаний предметной области, о существовании междисциплинарных связей, о конкретных примерах методологического взаимодействия между дисциплинами ОР-5 умеет показывать значимость знаний предметной области в практической деятельности и в научных исследованиях, иллюстрировать примерами наличие междисциплинарных связей, решать некоторые простейшие междисциплинарные задачи, характеризовать применимость знаний предметной области в школьном курсе ОР-6 отдельными междисциплинарными методами и решения задач, некоторыми методами построения моделей объектов смежных областей средствами предметной области

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Компьютерное моделирование».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Пример контрольной работы.

Вариант 1

1. Этапы построения математической модели
2. Модель одномерных случайных блужданий и ее обобщения
3. Глубинная бомба, установленная на взрыв через заданное время, сбрасывается со стоящего неподвижно противолодочного корабля. Исследовать связь между глубиной, на которой произойдет взрыв, и формой корпуса (сферической, полусферической, каплевидной и т.д.).

Вопросы для самостоятельного изучения обучающимися (темы мини-выступлений)

1. Исторический обзор процесса развития вычислительных систем
2. Классификация программного обеспечения по сферам применения.
3. Файловые менеджеры
4. Современное сервисное программное обеспечение
5. UNIX – подобные операционные системы
6. Свободное программное обеспечение.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-4 Экзамен в форме устного собеседования по вопросам

Примерные вопросы к экзамену

1. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Этапы построения модели.
2. Моделирование физических процессов: свободное падение тела с учетом сопротивления среды.
3. Моделирование физических процессов: движение тела с переменной массой. Взлет ракеты.
4. Моделирование физических процессов: движение небесных тел.
5. Моделирование физических процессов: движение заряженных частиц.
6. Моделирование в приближении сплошной среды: электростатическое поле.
7. Модели математической физики: процесс теплопроводности.
8. Моделирование экологических процессов: внутривидовая конкуренция.
9. Моделирование экологических процессов: межвидовая конкуренция.
10. Моделирование экологических процессов: модель «хищник-жертва».
11. Моделирование случайных процессов: метод Монте-Карло.
12. Моделирование случайных процессов: задача Бюффона.
13. Модели случайных и хаотических блужданий.

14. Моделирование в системах массового обслуживания: модель очереди к одному продавцу.
15. Моделирование в системах массового обслуживания: система с отказами.
16. Имитационное моделирование: игра «Жизнь» и ее обобщения.

Примерные практические задания к экзамену

1.Парашютист прыгает с некоторой высоты и лети, сразуже открыв парашют. Каким должен быть радиус парашюта, чтобы скорость приземления не превысила 10 м/с?

2. Для популяции с внутривидовой конкуренцией и дискретным размножением подобрать значения b и R, дающие режим монотонного установления численности/

3. Построить модель одномерных случайных блужданий точки. Выяснить, какова вероятность через N шагов вернуться в исходную точку. N задать самостоятельно.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
8 семестр	Разбалловка по видам работ	2 х 1=2 баллов	5 х 1=5 баллов	229 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 баллов max	7 балла max	236 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам 7 семестра

Оценка	**Баллы (3 ЗЕ)**
«отлично»	271 - 300
«хорошо»	211 - 270
«удовлетворительно»	151 - 210
«не удовлетворительно»	150 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать

материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к **лабораторным занятиям**.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование со студентом.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Информационные модели

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться с этапами компьютерного моделирования.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4],[5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Моделирование как метод познания», «Информационные модели»

Содержание работы:

1. Определить цель моделирования
2. Провести формализацию задачи: сделать предположения, определить состав параметров, характеризующих объект, сформулировать задачу математически.
3. Построить математическую модель.
4. Построить компьютерную модель биоритмов в среде табличного процессора.
5. Произвести проверку модели на адекватность.
6. Получить результаты исследования модели для своих праметров.
7. Качественно проанализировать результаты моделирования

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

Лабораторные работы № 2. Компьютерное моделирование в физике

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться с этапами компьютерного моделирования, методами вычислительной физики.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4],[5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Основные понятия, связанные с математическим моделированием», «Компьютерное моделирование в физике».

Содержание работы:

8. Определить цель моделирования
9. Провести формализацию задачи: сделать предположения, определить состав параметров, характеризующих объект, сформулировать задачу математически.
10. Построить математическую модель.
11. Выбрать метод решения уравнений (в данном случае –один из численных методов). Записать решение уравнений в виде рекуррентных вычислительных схем.
12. Определить значения параметров модели, начальные значения меняющихся в ходе движения величин, условия окончания вычислительных циклов.

13. Построить компьютерную модель физического процесса в среде табличного процессора.
14. Произвести проверку модели на адекватность.
15. Выполнить конкретное задание из своего варианта работы.
16. Качественно проанализировать результаты моделирования

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

Лабораторная работа № 3. Компьютерное моделирование в экологии

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться с использованием математического моделирования в экологии.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4],[5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Основные понятия, связанные с математическим моделированием», «Компьютерное моделирование в экологии».

Содержание работы:

1. Выписать математическую модель, определить состав набора входных параметров и их конкретные числовые значения.
2. Спроектировать таблицу для представления результатов моделирования, предусмотрев в ней области ввода исходных данных, параметров модели и вывода результатов.
3. Выбрать метод интегрирования дифференциальных уравнений модели, разработать самостоятельно табличный алгоритм интегрирования с заданной точностью.
4. Произвести отладку и тестирование алгоритма в среде табличного процессора.
5. Выполнить конкретное задание из своего варианта работы.
6. Качественно проанализировать результаты моделирования.

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

Лабораторная работа № 4. Имитационное моделирование

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться с использованием возможностей среды Lazarus для имитационного моделирования.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4], [5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Имитационное моделирование».

Содержание работы:

1. В среде Lazarus имитировать движение тела согласно варианту лабораторной работы №2.
2. Исследовать зависимость характера движения от параметров модели

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

Лабораторная работа № 5. Моделирование стохастических систем

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться со способами генерации случайных величин на компьютере.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4],[5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Моделирование стохастических систем».

Содержание работы:

1. Произвести моделирование указанного случайного процесса в среде Excel
2. Оценить значения указанных в варианте выходных параметров модели

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

Лабораторная работа № 5. Моделирование систем массового обслуживания.

Цель работы: выполнив предложенные задания, ознакомиться с возможностями компьютерного моделирования СМО.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [4],[5].
2. Повторить лекционный материал по темам «Моделирование систем массового обслуживания».

Содержание работы:

1. Произвести моделирование указанного процесса в среде Excel
2. Оценить значения указанных в варианте выходных параметров модели

Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в электронном и письменном виде.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Компьютерное моделирование : учебник / В. М. Градов, Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин, И. В. Рудаков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1062639
2. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учебное пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник : Инфра-М, 2019. - 389 с. - ISBN 978-5-9558-0208-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1021491

Дополнительная литература

1. Сосновиков, Г. К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World : учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 112 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-035-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1816814
2. Станкевич, С. В. Математическое моделирование физических процессов : учебное пособие / С. В. Станкевич. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-7782-4233-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1869473

Интернет-ресурсы

- Статья «Компьютерное моделирование»./ [Электронный ресурс] Режим доступа https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_моделирование
- Статья «Компьютерное моделирование»./ [Электронный ресурс] Режим доступа http://inf1.info/book/export/html/215
- Л.Бахвалов. Виды моделирования. Компьютерное моделирование»./ [Электронный ресурс] Режим доступа http://bourabai.ru/cm/bahvalov2.htm