

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034b6679173803d5b5c5a0e09e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра вычислительной математики и информационных технологий

Согласовано
деканом факультета
« 29 » 06 2023 г.
/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль:

Физика и информатика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета
Протокол «29» 06 2023 г. № 10
Председатель УМКом /Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
вычислительной математики и
информационных технологий
Протокол от « 8 » 06 2023 г. № 17
Зав. кафедрой /Шевчук М.В./

Мытищи
2023

Авторы-составители:

Калашников Евгений Владимирович
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры вычислительной математики и информационных технологий

Кузнецов Вячеслав Сергеевич кандидат физико-математических наук, доцент кафедры
вычислительной математики и информационных технологий

Чукаловская Евгения Михайловна
старший преподаватель кафедры вычислительной математики и информационных
технологий

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018 г. № 125.

Дисциплина входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	7
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	13
7. Методические указания по освоению дисциплины	14
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Компьютерное моделирование» являются ознакомление студентов с моделированием как методом познания и формированием систематизированных знаний в области моделирования естественнонаучных процессов.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений о моделировании как методе познания;
- формирование знаний и умений по определению адекватности моделей;
- формирование умений и навыков по решению задач исследования сложных систем;
- формирование умений и навыков по построению математических моделей;
- формирование умений и навыков по построению моделирующих имитационных алгоритмов;
- формирование умений и навыков по применению методов стохастического моделирования;
- формирование знаний и умений по применению системного подхода в научных исследованиях;
- подготовка к организации и проведению различных форм работы с использованием компьютера.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения, навыки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплин «Высшая математика», «Элементарная физика», «Общая и экспериментальная физика», «Основы теоретической физики», «Методы математической обработки данных», «Языки и методы программирования» и в ходе прохождения учебной (ознакомительной, технологической и научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)) практик.

Изучение дисциплины является базой для освоения дисциплин «Астрофизика» и «Методика профильного обучения физике» при прохождении производственной практики (научно-исследовательской работы).

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа	96,2
Лекции	32
Лабораторные занятия	64
в том числе в формате практической подготовки	64

Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	40
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачёт в 8 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Лабораторные занятия	
		Общ ее кол- во	из них, в форме практи ческой подгото вки
Тема 1. Моделирование как метод познания. Понятие «модель» и «макет». Моделирование как метод познания. Натуральные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках. Классификация моделей. Основы теории подобия и моделирования. Компьютерная модель. Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели. Объекты и их связи. Системный подход в научных исследованиях.	2		
Тема 2. Математическое моделирование. Физические основы формулирования математической модели. Имитационное моделирование. Динамические системы. Модели динамических систем. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем. Динамические системы. Модели динамических систем. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.	4	10	10
Тема 3. Геометрическое моделирование и компьютерная графика.	4	12	12

Различные подходы к классификации математических моделей. Модели с сосредоточенными и распределёнными параметрами. Дискриптивные, оптимизационные, многокритериальные и игровые модели. Достоверность численной модели			
Тема 4. Натурный и численный эксперимент. Численные, натуральные эксперименты и их взаимосвязь с теорией. Анализ и интерпретация модели.	8	14	14
Тема 5. Моделирование стохастических систем. Метод статистических. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Модели массового обслуживания. Переход детерминированных систем хаотическому поведению.	6	12	12
Тема 6. Математическое моделирование в естествознании. Математическое моделирование в биологии и экологии. Модель популяции. Моделирование нормального размножения, неограниченного роста. Зарождение равновесия при размножении. Влияние конкуренции на равновесие. Вмешательство в равновесие. Абсолютные и относительные квоты отлова. Моделирование химических реакций. Моделирование в экономике. Простейшие задачи линейного программирования. Проблемы моделирования в физике. Эволюция представлений модели атома. Моделирование предметно-коммуникативных сред (предметной области) Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.	8	16	16
Итого	32	64	64

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку (педагогическая деятельность)	Количество часов
Тема 2. Математическое моделирование.	Опишите математическую модель и выведите формулы зависимости температуры от времени для задачи остывания чашки кофе	10
Тема 3. Геометрическое моделирование и компьютерная графика.	Используя геометрический алгоритм Монте-Карло, вычислите объём фигуры сложной формы	12
Тема 4. Натурный и	Проведите натурный эксперимент	14

численный эксперимент.	падения тела сложной формы («форма для запекания из алюминиевой фольги») и опишите математическую модель падения с учётом сопротивления воздуха	
Тема 5. Моделирование стохастических систем. Метод статистических.	Напишите программу моделирования метода Бюффона для определения числа Π , проведите $10^{3,4,\dots,9}$ экспериментов и определите погрешности вычисления числа Π	12
Тема 6. Математическое моделирование в естествознании.	Смоделируйте динамику численности двух конкурирующих видов по модели «Хищник-Жертва»	16

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоят. работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Тема 1. История развития компьютерного моделирования	Три направления в истории моделирования	4	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Тема 2. Изучение геометрических и графических компьютерных моделей	Каркасная модель, поверхностное моделирование твердотельная модель, графическое представление результатов расчета	4	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Тема 3. Построение и изучение математической модели	Понятие «математическая модель», классификация моделей, универсальность моделей	4	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Тема 4. Изучение структурно-сложной гибридной динамической системы	Структурно-сложные системы, гибридные системы	8	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Тема 5. Моделирование сложных систем	Простая динамическая система, динамическая система, меняющая свое	8	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.

	поведение во времени				
Тема 6. Применение имитационного моделирования для нахождения значения числа π	Имитационное моделирование метод «Монте-Карло» алгоритмы	4	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Тема 7. Компьютерный эксперимент	Понятие «эксперимент», модели эксперимента виды, экспериментов основные этапы вычислительного эксперимента, сферы применения вычислительного эксперимента и математического моделирования	8	Работа с литературой и сетью Интернет.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект.
Итого		40			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знает теоретические основы в предметной области при решении профессиональных задач Умеет использовать знания в предметной области при решении	Конспект	Шкала оценивания конспекта

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			профессиональных задач.		
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знает теоретические основы в предметной области при решении профессиональных задач Умеет использовать знания в предметной области при решении профессиональных задач. Владеет основными методами критического анализа при решении профессиональных задач	Конспект, практическая подготовка	Шкала оценивания конспекта Шкала оценивания практической подготовки

Шкала оценивания лабораторных работ.

Критерий оценивания	Баллы
Практическое задание выполнено полностью, оформлено по образцу, соответствует предъявляемым требованиям (к каждому заданию предъявляются свои требования, прописанные перед каждым заданием в электронном курсе). Сдано в указанные сроки.	5
Практическое задание выполнено полностью, оформлено по образцу, соответствует предъявляемым требованиям (к каждому заданию предъявляются свои требования, прописанные перед каждым заданием в электронном курсе).	4
Практическое задание выполнено полностью, но есть неточности в оформлении материала или совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению	3
Практическое задание выполнено не полностью или есть неточности в выполнении, есть неточности в оформлении материала или совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению	2
Студент приступил к выполнению практического задания, однако ни одна из задач не выполнена, а оформление совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению	1
Практическое задание не выполнено	0
Максимальное количество баллов	5

Шкала оценивания конспекта.

Критерии оценивания	Баллы
Текст конспекта логически выстроен и точно изложен, ясен весь ход рассуждения	1
Даны ответы на все поставленные вопросы, изложены научным языком, с применением терминологии	1
Ответ на каждый вопрос заканчиваться выводом, сокращения слов в тексте	1

отсутствуют (или использованы общепринятые)	
Оформление соответствует образцу. Представлены необходимые таблицы и схемы	1
Максимальное количество баллов	4

Шкала оценивания практической подготовки

Критерий оценивания	Баллы
Практическое задание выполнено полностью, оформлено по образцу, соответствует предъявляемым требованиям (к каждому заданию предъявляются свои требования, прописанные перед каждым заданием в электронном курсе). Сдано в указанные сроки.	5
Практическое задание выполнено полностью, но есть неточности в оформлении материала или совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению	4
Практическое задание выполнено не полностью или есть неточности в выполнении, есть неточности в оформлении материала или совсем не соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению	3
Практическое задание не выполнено	0
Максимальное количество баллов	5

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для практической подготовки

Цель работы. Изучение перехода от порядка к хаосу на примере модели роста популяции.

Задание 1. Напишите программу, отображающую динамику изменения численности популяции во времени в зависимости от параметра r . Результат представьте в виде графика. Исходный код программы сохраните в файле **Ferhulst.py**

Задание 2. Напишите программу построения бифуркационной диаграммы, отражающей зависимость динамики от параметра r . Исходный код программы сохраните в файле **Bifurcation.py**

Задание 3. Отчет о выполнении задания – файлы **Ferhulst.py** и **Bifurcation.py** - выложите в ЭОС.

Примерный вариант лабораторной работы. «Модель падения тела вблизи поверхности Земли с учётом сопротивления воздуха»

Цель работы. Средствами электронных таблиц Excel реализовать модель падения тела с учётом сопротивления воздуха и сравнить модель с данными, проведённого нами натурального эксперимента.

Задание 1. Рассчитать скорость и координаты падающего тела по описанной в лекции модели падения тела с учётом сопротивления воздуха.

Задание 2. Применить модель к объектам проведённого нами натурального эксперимента: различным шарам, мыльным пузырям и формочке для запекания. Из проведенной серии экспериментов для каждого объекта выбрать один лучший.

Задание 3. Для каждого объекта сравнить экспериментальные данные с моделью, рассчитав $\sum_i (y_{i_{\text{эксп}}} - y_{i_{\text{мод}}})^2$ – сумму квадратов отклонений экспериментальных данных от данных,

рассчитанных по модели и (используя подбор параметра или поиск решения) подобрать параметры модели таким образом, чтобы сумма была минимальной.

Задание 4. Выполненные задания Excel сохранить в файле под именем «Модель падения с учетом сопротивления воздуха» и прикрепить к заданию.

Примерный вариант лабораторной работы. «Эпидемиологическое моделирование»

Цель работы. Изучение SIR модели распространения эпидемий.

Задание 1. Напишите программу, отображающую динамику эпидемического процесса на основе SIR модели. Результат представьте в виде графика.

Задание 2. Сохраните программу под именем **SIR.py**

Задание 3. Выложите файл отчета **SIR.py** в ЭОС.

Примерные темы для конспектов.

1. Основные понятия моделирования (объект, модель, моделирование).
2. Общая схема построения модели.
3. Адекватность моделей, формализация и моделирование.
4. Информационные модели.
5. Математические модели. Формальная классификация.
6. Особенности построения математических моделей.
7. Динамические системы
8. Моделирование сложных систем
9. Имитационное моделирование.
10. Модели сложных систем и их функции.
11. Модель типа «черный ящик».
12. Моделирование стохастических процессов
13. Моделирование систем массового обслуживания
14. Общие сведения о моделировании стохастических процессов.

Примерные вопросы к зачёту.

1. Основные понятия моделирования (объект, модель, моделирование).
2. Общая схема построения модели.
3. Адекватность моделей, формализация и моделирование.
4. Виды моделирования.
5. Классификация моделей.
6. Геоинформационные модели.
7. Табличные информационные модели.
8. Структурные модели.
9. Геометрические и графические компьютерные модели.
10. Оптимизационные модели.
11. Информационные модели.
12. Математические модели. Формальная классификация.
13. Математические модели. Содержательная классификация.
14. Общие сведения о математическом моделировании.
15. Особенности построения математических моделей.
16. Общее понятие о системе.
17. Модели сложных систем и их функции.
18. Модель типа «черный ящик».
19. Методы построения моделей типа «черный ящик».
20. Задачи исследования сложных систем.

21. Общие сведения об имитационном моделировании.
22. Применение имитационного моделирования к исследованию различных систем.
23. Преимущества использования имитационного моделирования.
24. Принципы построения моделирующих имитационных алгоритмов.
25. Модели на основе клеточных автоматов.
26. Общие сведения о моделировании стохастических процессов.
27. Теоретические основы метода стохастического моделирования.
28. Моделирование равномерно распределенных случайных чисел.
29. Моделирование случайной дискретной величины.
30. Моделирование непрерывных случайных величин.
31. Моделирование случайных величин заданного закона распределения.
32. Пример моделирования случайного изменения состояния системы.
33. Общие сведения о системе массового обслуживания.
34. Виды систем массового обслуживания.
35. Потоки событий.
36. Методика моделирования систем массового обслуживания.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Общее количество баллов по дисциплине – 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое можно набрать в течение семестра за выполнение лабораторных работ, практическую подготовку и самостоятельную работу (написание конспектов) – 80 баллов.

Формой промежуточной аттестации является зачёт.

Зачёт проходит в форме устного собеседования по вопросам.

Шкала оценивания зачёта.

Критерии оценивания	Баллы
Ставится, если студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала по дисциплине; обстоятельно анализирует структурную взаимосвязь рассматриваемых тем и разделов дисциплины; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, а также усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии; проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.	16-20
Ставится, если студент, обнаруживает полное знание программного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей образовательной деятельности.	11-15
Ставится, если студент обнаруживает знание основного программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; знаком с основной литературой, рекомендованной программой; допускает	6-10

Критерии оценивания	Баллы
погрешности не принципиального характера в ответе на зачете с оценкой.	
Ставится в том случае, если студент обнаруживает пробелы в знаниях основного программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.	0-5

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной системе
41 - 100	зачтено
0 - 40	не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Ефимова, И.Ю. Компьютерное моделирование : методические рекомендации / И.Ю. Ефимова, Т.Н Варфоломеева. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 67 с. - ISBN 978-5-9765-2039-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1065535> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896364> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Трофимов, В. В. Информатика в 2 т. Том 1 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Трофимов, М. И. Барабанова ; ответственный редактор В. В. Трофимов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 553 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02613-9. // [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434466> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.

4. Трофимов, В. В. Информатика в 2 т. Том 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Трофимов ; ответственный редактор В. В. Трофимов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 406 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02615-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434467> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей ЭБС Юрайт. — Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

1. Башкирцева, И. А. Компьютерное моделирование нелинейной динамики : непрерывные модели : учебное пособие / И. А. Башкирцева, Т. В. Рязанова, Л. Б. Ряшко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2017. - 84 с. - ISBN 978-5-7996-2046-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1936369> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: по подписке.

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. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2024. - 389 с. ISBN 978-5-9558-0208-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2056791> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: по подписке.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Математический пакет Matlab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathcad.com/ru>
2. Математический пакет Maple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maplesoft.com/index.aspx>
3. Математический пакет Mathcad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathcad.com/ru>
4. Математический пакет Mathematica [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wolfram.com/mathematica>
5. Ежедневный электронный журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru>
6. Интернет-Университет Информационных Технологий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intuit.ru>.
7. Математическая система символьных и численных вычислений Maxima [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maxima.sourceforge.net/ru>.
8. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.