Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина»
(Технологии. Дизайн. Искусство.)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ** |
|  | Проректор по учебно-методической работе \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Г. Дембицкий  |
|  | «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |
| --- |
| **Математическое моделирование** |
|  |
|  |  |  |
| **Уровень освоения основной профессиональной образовательной программы** | **бакалавриат** |
|  |  |  |
| **Направление подготовки/специальность**  | **15.03.02 Технологические машины и**  |
|  | **оборудование** |
| **Профиль/специализация** | **Технологические машины и мехатронные системы** |
|  | **Сервис и техническая эксплуатация промышленного** |
|  | **оборудования.** |
|  |  |
| **Форма обучения** | **очная** |
|  |  |
| **Нормативный срок освоения ОПОП** | **4 года** |
| **Институт (факультет)** | [**Мехатроники и информационных технологий**](http://www.mgudt.ru/institutes/mexatroniki/index.aspx#_blank) |
|  |  |
| **Кафедра** | **Высшей математики** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Начальник учебно-методического управления** |  | **(** | **Никитаева Е.Б.** | **)** |
|  |  |  |  |  |

**Москва, 2018 г.**

При разработке рабочей программы учебной дисциплины **Математическое моделирование** в основу положены:

* ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ
от "20" октября 2015 г, № 1170
* Основная профессиональная образовательная программа по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

|  |  |
| --- | --- |
| по направлению подготовки: | 15.03.02 Технологические машины и оборудование |
| для профилей | Технологические машины и мехатронные системы |
|  | Сервис и техническая эксплуатация промышленного оборудования |

утвержденная Ученым советом университета 20 г. , протокол №

Разработчик:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| доцент кафедры высшей математики |  |  |  | А.А. Михеев |
|  |  |  |  |  |

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры высшей математики 20 г., протокол №

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Руководители ОПОП** |  |  | А.А.Кулаков |
|  |  |  | Е.Н. Хозина |
| **Заведующий кафедрой** |  |  | В.Ф. Скородумов |
| **Директор института** |  |  | А.Н. Зайцев |

.

**1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина математическое моделирование

включена в вариативную часть Блока 1

В результате освоения учебной дисциплиныматематика обучающийся должен:

1. знать основные понятия и методы теории нормированных и метрических пространств, теории аппроксимации и интерполяции;
2. уметь решать типовые задачи интерполяции, находить решение нелинейных уравнений и систем, использовать численные методы решения дифференциальных уравнений;
3. обладать методами построения математической модели объекта или явления, имеющей вид функциональной зависимости.

**2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Таблица 1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код компетенции** | **Содержание компетенции** |
| Выпускник должен обладать: |
| ОК-7 | способностью к самоорганизации и самообразованию. |
| ОПК-2 | владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером. |
| ПК-4 | способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности. |

**3. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся очной формы обучения**

**3.1 Структура учебной дисциплины для обучающихся очной формы обучения**

**Таблица 2.1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Структура и объем дисциплины** | **Объем дисциплины по семестрам** | **Общая трудоемкость** |
| **№ 1** | **№ 2** | **№ 3** | **№ 4** |
| Объем дисциплины в зачетных единицах |  |  |  | 4 | 4 |
| Объем дисциплины в часах |  |  |  | 144 | 144 |
| **Аудиторные занятия (всего)** |  |  |  | 54 | 54 |
|  | Лекции (Л) |  |  |  | 18 | 18 |
|  | Практические занятия (ПЗ) |  |  |  | 36 | 36 |
|  | Семинарские занятия (С)  |  |  |  |  | - |
|  | Лабораторные работы (ЛР) |  |  |  |  | - |
|  | Индивидуальные занятия (ИЗ) |  |  |  |  | - |
| **Самостоятельная работа студента в семестре, час** |  |  |  | 63 | 63 |
| **Самостоятельная работа студента в период промежуточной аттестации, час** |  |  |  | 4 | 2 |
| **Форма промежуточной аттестации** |  |  |  |  |  |
| Зачет (зач.) |  |  |  |  |  |
| Дифференцированный зачет ( диф.зач.)  |  |  |  |  |  |
|  Экзамен (экз.) |  |  |  | экз. | экз |

**4. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**4.1 Содержание разделов учебной дисциплины для очной форм обучения**

**Табли**ца 3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Лекции** | **Наименование практических (семинарских) занятий** | **Наименование лабораторных работ** | **Форма текущего и промежуточного контроля успеваемости (оценочные средства)** |
| Тематика лекции | Трудоемкость, час | Тематика практического занятия | Трудоемкость, час | Тематика лабораторной работы | Трудоемкость, час |
| **семестр № 4** |
| Основы метрических и нормированных пространств. | Определение нормированного, метрического, евклидова пространств. Погрешности в указанных пространствах. Матричные и векторные нормы. | 2 | Реализация метрических и нормированных пространств на множестве действительных чисел, векторов, матриц. Вычисление погрешности элементов указанных множеств. | 4 | - | - |  |
| Системы линейных алгебраических уравнений. | Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | 2 | Метод Гаусса, метод прогонки. Метод простой итерации, метод Якоби, метод Зейделя. | 4 | - | - | Контрольная работа (Кр) №1. Решение систем линейных алгебраических уравнений.. |
| Системы нелинейных уравнений и систем. | Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений и систем. | 2 | Метод половинного деления, метод хорд, метод простых итераций, метод Ньютона. | 4 | - | - | Контрольная работа (Кр) №2. Решение нелинейных уравнений. |
| Интерполяция функций одной переменной. | Формула Лагранжа, формула Ньютона, интерполяция сплайнами. | 2 | Построение интерполяционных многочленов Лагранжа, Ньютона. Интерполяция сплайнами. | 4 |  |  | Контрольная работа (Кр) №3. Построение интерполяционных многочленов. |
| Численное дифференцирование. | Разностные производные первого и второго порядка. Дифференцирование интерполированных функций. | 2 | Вычисление производных сеточных функций первого и высших порядков. Вычисление производных в граничных точках интервалов. | 4 | - | - | Контрольная работа (Кр) №4. Вычисление производных сеточных функций. |
| Численное интегрирование. | Формула прямоугольников, трапеций, Симпсона. Погрешность формул численного интегрирования. | 2 | Численное вычисление интегралов по формулам прямоугольников, трапеций, Симпсона. | 4 | - | - | Контрольная работа (Кр) №5. Численное вычисление интегралов. |
| Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. | Метод Эйлера, Рунге Кутты, многошаговые методы Адамса. | 2 | Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем | 4 | - | - | Контрольная работа (Кр) №6. Численное решение обыкновенных уравнений. |
| Численные методы решения краевых задач. | Метод стрельбы, метод Галёркина. | 2 | Метод стрельбы, метод Галёркина. | 4 |  |  | Контрольная работа (Кр) №7. Численные методы решения краевых задач. |
| Моделирование физических процессов. | Гиперболические, параболические, эллиптические уравнения в частных производных второго порядка | 2 | Защита ИДЗ №1. Моделирование физических процессов. | 4 | - | - | Защита ИДЗ №1. Моделирование физических процессов. |
| **ВСЕГО часов в семестре** |  | 18 |  | 36 | - |  | Экзамен  |
| **Общая трудоемкость в часах** | 144 |  |

**5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Таблица 4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Содержание самостоятельной работы** | **Трудоемкость в часах** |
| **1** | **3** | **4** | **5** |
| **Семестр №4** |
| 1. | Основы метрических и нормированных пространств. | Изучение лекционного материала, учебников, учебных пособий и подготовка к семинару | 4 |
| 2. | Системы линейных алгебраических уравнений. | Подготовка к Кр №1 | 7 |
| 3. | Системы нелинейных уравнений и систем. | Подготовка к Кр №2 | 7 |
| 4. | Интерполяция функций одной переменной. | Подготовка к Кр №3 | 7 |
| 5. | Численное дифференцирование. | Подготовка к Кр №4 | 7 |
| 6. | Численное интегрирование. | Подготовка к Кр №5 | 7 |
| 7. | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. | Подготовка к Кр №6 | 7 |
| 8. | Численные методы решения краевых задач. | Подготовка к Кр №7 | 7 |
| 9. | Моделирование физических процессов. | Выполнение ИДЗ №1 | 10 |
| **Всего часов в семестре по учебному плану** | **63** |
| **Общий объем самостоятельной работы обучающегося** | **63** |

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**6.1. Связь результатов освоения дисциплины с достигнутым уровнем заявленных компетенций в рамках изучаемой дисциплины**

***Таблица 5***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Кодкомпетенции** | **Уровни достигнутых заявленных компетенций в рамках изучаемой дисциплины** | **Шкалы оцениваниякомпетенций** |
| ОК-7 | **Пороговый** | оценка 3 |
| Знать основные типы задач моделирования. |
| Уметь выявить малозначимые факторы модели.. |
| Владеть приемами формализации реальной задачи. |
| **Повышенный** | оценка 4 |
| Знать основные методы решения уравнений, лежащие в основе математической модели. |
| Уметь задать дополнительные условия задачи.. |
| Владеть методами проверки результатов моделирования. |
| **Высокий** | оценка 5 |
| Знать область применимости математической модели. |
| Уметь поставить задачу численной реализации математической модели. |
| Владеть стандартными математическими пакетами. |
| ОПК-2 | **Пороговый** | оценка 3 |
| Знать основные уравнения, лежащие в основе математической модели. |
| Уметь решать типовые задачи по аналогии с решенными. |
| Владеть приемами решения численных уравнений. |
| **Повышенный** | оценка 4 |
| Знать основные математические формулы, описывающие реальные процессы. |
| Уметь оценить значимые параметры математической модели. |
| Владеть методами оценки точности и адекватности математической модели реального процесса |
| **Высокий** | оценка 5 |
| Знать основные виды граничных задач и методы приведения дифференциального уравнения к одному из известных типов. |
| Уметь выполнять замену переменных для получения общего решения дифференциального уравнения и выделять частное его решение из общего. |
| ПК-4 | **Пороговый** | оценка 3 |
| Знать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений. |
| Уметь получать частные решения простейших дифференциальных уравнений и систем. |
| Владеть приемами численного вычисления производных и интегралов |
| **Повышенный** | оценка 4 |
| Знать основные виды граничных задач и методы приведения дифференциального уравнения к одному из известных типов. |
| Уметь использовать численные стандартные методы решения дифференциальных уравнений. |
| Владеть численными методами решения краевых задач и задачи Коши. |
| **Высокий** | оценка 5 |
| Знать используемые базисные функции в методе Галёркина. |
| Уметь вычислять скалярные произведения в различных пространствах. |
| Владеть методами решения краевых задач. |

**6.2 Оценочные средства для студентов с ограниченными возможностями здоровья**

**Таблица 6**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Категории студентов** | **Виды оценочных средств** | **Форма контроля** | **Шкала оценивания** |
| С нарушением слуха | Тесты, рефераты, контрольные вопросы | Преимущественно письменная проверка | В соответ-ствии со шкалой оценивания, указанной в Таблице 5 |
| С нарушением зрения | Контрольные вопросы | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушением опорно- двигательного аппарата | Решение тестов, контрольные вопросы дистанционно. | Письменная проверка, организация контроля с использование информационно-коммуникационных технологий. |

**7. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ**  **УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В РАМКАХ ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Семестр № 4**

7.1 Для текущей аттестации: используются результаты.

7.1.2. Задачи для контрольных работ:

**Контрольная работа по теме линейная алгебра (Кр 1):**

Найти решение систем линейных уравнений итерационным методом с точностью 0.01.

Вариант №1:



Вариант №2:

 

Вариант №3:

 

Вариант №4:



**Контрольная работа по теме линейная алгебра (Кр 2):**

Найти решение систем линейных уравнений методом Гаусса с выбором максимального элемента.

Вариант №1:



Вариант №2:

 

Вариант №3:

 

Вариант №4:



**Контрольная работа по теме векторная алгебра (Кр 3):**

Решение систем нелинейных уравнений

Вариант №1

Методами половинного деления, хорд, простых итераций и методом Ньютона найти наибольший отрицательный и наименьший положительный корни уравнения:  с точностью .

Вариант №2

Методом Ньютона с точностью  найти решений системы:



**Контрольная работа по теме уравнения прямой (Кр 4):**

Построение интерполяционных многочленов. Для сеточной функции *y=f(x)* построить полином Ньютона и вычислить его значение в точке ξ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | ξ | *x* | *y=f(x)* |
| 1 | 3.4 |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

**Контрольная работа по теме вычисление производных (Кр 5):**

Численное вычисление производных

Вариант №1

Задана сеточная функция.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1.04 | 1.09 | 1.14 | 1.19 | 1.24 | 1.29 | 1.34 | 1.39 | 1.44 |
| y | 0.866 | 0.899 | 0.912 | 0.931 | 0.948 | 0.962 | 0.975 | 0.985 | 0.992 |

Вычислить значение производной первого порядка на двухточечном шаблоне в точках *x=1.4* и *x=1.29*. Уточнить результат по правилу Рунге.

Задана сеточная функция.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0.50 | 0.52 | 0.54 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.62 | 0.64 | 0.66 |
| y | 1.866 | 1.899 | 1.912 | 1.931 | 1.948 | 1.962 | 1.975 | 1.985 | 1.992 |

Вычислить значение производной второго порядка на трёхточечном шаблоне и от интерполированной функции в точках *x=0.50*, *x=0.56* и *x=0.66*.

Вариант №2

Задана сеточная функция.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 2.04 | 2.09 | 2.14 | 2.19 | 2.24 | 2.29 | 2.34 | 2.39 | 2.44 |
| y | 0.866 | 0.899 | 0.912 | 0.931 | 0.948 | 0.962 | 0.975 | 0.985 | 0.992 |

Вычислить значение производной первого порядка на двухточечном шаблоне в точках *x=2.4* и *x=2.29*. Уточнить результат по правилу Рунге.

Задана сеточная функция.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1.50 | 1.52 | 1.54 | 1.56 | 1.58 | 1.60 | 1.62 | 1.64 | 1.66 |
| y | 1.866 | 1.899 | 1.912 | 1.931 | 1.948 | 1.962 | 1.975 | 1.985 | 1.992 |

Вычислить значение производной второго порядка на трёхточечном шаблоне и от интерполированной функции в точках *x=1.50*, *x=1.56* и *x=1.66*.

**Контрольная работа по теме вычисление производных (Кр 6):**

Численное вычисление интегралов.

1. Вариант №1
2. Вычислить интеграл от функции  на интервале [1;2] методом прямоугольников, трапеций и методом Симпсона.
3. Вычислить интеграл от функции  Монте-Карло на интервале [0;1].
4. Вариант №2
5. Вычислить интеграл от функции  на интервале [1;2] методом прямоугольников, трапеций и методом Симпсона.
6. Вычислить интеграл от функции  Монте-Карло на интервале [0;1].

**Контрольная работа по теме вычисление производных (Кр 7):**

Численное решение обыкновенных уравнений.

Вариант №1

1. Найти решение задачи Коши на интервале [0;1] методом Ругне-Кутты 4-го порядка.

2. Найти решение задачи Коши на интервале [0;1] методом Адамса второго порядка.


Вариант №2

1. Найти решение задачи Коши на интервале [0;1] методом Ругне-Кутты 4-го порядка.

2. Найти решение задачи Коши на интервале [0;1] методом Адамса второго порядка.


**Контрольная работа по теме вычисление производных (Кр 8):**

Численные методы решения краевых задач.

Вариант №1

1. Решить краевую задачу на интервале [0;1] методом стрельбы

2. Решить краевую задачу на интервале [0;1] методом Галёркина для двух базисных функций


Вариант №2

1. Решить краевую задачу на интервале [0;1] методом стрельбы

2. Решить краевую задачу на интервале [0;1] методом Галёркина для двух базисных функций


**Защита ИДЗ** №1. Моделирование физических процессов

1. В пруду, в котором водятся щуки, разводят карасей. Караси могут размножаться и быть съедены щуками. Щуки могут размножаться при обилии карасей или вымирать при их недостаточном количестве в качестве корма. Построить модель эволюции карасей. Подобрать параметры модели так, чтобы наблюдался прирост карасей.
2. Танковый батальон атакует дивизион противотанковых орудий. Построить модель динамики боя.

7.2 Для промежуточной аттестации:

7.2.1. Список вопросов к устному экзамену:

1. Математические модели. Источники погрешностей математических моделей.
2. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешность. Запись приближенного числа. Значащая цифра и верная цифра в записи приближенного числа. Округление приближенных чисел.
3. Действия с приближенными числами. Погрешность суммы, разности, частного.
4. Общая формула погрешности.
5. Решение нелинейных уравнений. Изолированные корни. Методы отделения корней.
6. Решение нелинейных уравнений методом половинного деления.
7. Решение нелинейных уравнений методом секущих (метод хорд).
8. Решение нелинейных уравнений методом касательных (метод Ньютона).
9. Решение нелинейных уравнений методом итераций. Условие применимости метода итераций.
10. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы. Метод Крамера.
11. Решение систем линейных алгебраических уравнений, рассматриваемых как матричные уравнения.
12. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом простой итерации.
14. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Зейделя.
15. Интерполяция, аппроксимация и экстраполяция функций. Расстояние между элементами множества. Свойства расстояния, примеры расстояний, заданных на различных множествах.
16. Интерполяционная формула Лагранжа.
17. Интерполяционная формула Ньютона.
18. Общая задача интерполяции. Интерполяция сплайнами.
19. Основная идея метода наименьших квадратов. Построение линейной и квадратичной зависимостей по заданным значениям функции.
20. Численное дифференцирование. Разностные отношения, аппроксимирующие производные первого и второго порядков.
21. Некорректность операции численного дифференцирования. Полиномиальные формулы для численного вычисления производных функции.
22. Численное интегрирование. Постановка задачи. Формула прямоугольников.
23. Формула трапеций для приближенного вычисления определенных интегралов.
24. Формула Симпсона для приближенного вычисления определенных интегралов.
25. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи и их основные типы. Связь между обыкновенным уравнением n-го порядка и системой n уравнений первого порядка.
26. Численное решение задачи Коши методом Эйлера. Понятие о невязке.
27. Методы Рунге-Кутта.
28. Многошаговые методы Адамса.
29. Краевые задачи. Базисные функции. Однородные и неоднородные граничные условия.
30. Краевые задачи. Метод стрельбы
31. Краевые задачи. Метод Галёркина

7.2.2. Экзаменационные билеты

Билет №1

1. Математические модели. Источники погрешностей математических моделей.
2. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом простой итерации.
3. Вычислить  с шагом  методом прямоугольников.

Билет №2

1. Метод Зейделя.
2. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа по следующим данным:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 0,2 | 0,4 |
|  | 0,3 | 0,18 |

Билет №3

1. Интерполяционный многочлен Ньютона.
2. Характеристика численных методов решения дифференциальных уравнений.
3. При оценке вектора  получены векторы невязки:  и . Который из них меньше?

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Таблица 7**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***№ п/п*** | **Наименование учебных аудиторий (лабораторий) и помещений для самостоятельной работы** | **Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы** |
| ***1*** | Аудитория №1207 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, меловая доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| ***2*** | Аудитория №1620 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| ***3*** | Аудитория № 3319 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6) | Комплект учебной мебели, меловая доска. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| ***4*** | Аудитория №1501 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| ***5*** | Аудитория №1610: - компьютерный класс для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;- помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно- исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ (в свободное от учебных занятий и профилактических работ время)(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая, 12 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации, специализированное оборудование: гироскопы, спектрофотометр. |
| ***6*** | Аудитория №1615 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| ***7*** | Аудитория №1505 для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации(119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |

**9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Таблица 8**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год издания** | **Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса**  | **Количество экземпляров в библиотеке Университета**  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| **9.1 Основная литература, в том числе электронные издания** |  |  |
| 1 | Вержбицкий В. М. | Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) | Учебник | М.: ОНИКС 21 век | 2005 |  |  |
| 2 | Самарский А.А., Гулин А.В. | Численные методы | Учебник | М.: Наука | 1989 |  |  |
| **9.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания**  |  |  |
| 1 | Амосов, А. А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. | Вычислительные методы для инженеров. | Учебник | М. : Высшая школа | 1994 |  |  |
| **9.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)** |
| 1 | Михеев А.А., Островский Ю.К. | Математическое моделирование. Ч. 1 | электронное учебное пособие | М.: МГУДТ | 2016 |  |  |
| 2 | Михеев А.А., Островский Ю.К., Скородумов В.Ф. | Математическое моделирование. Ч. 2 | учебное пособие | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина | 2017 |  |  |

**9.4 Информационное обеспечение учебного процесса**

9.4.1. Ресурсы электронной библиотеки:

* ЭБС Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <http://znanium.com/>
* Научная электронная библиотека еLIBRARY.RU [https://elibrary.ru](https://elibrary.ru/)

9.4.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы :

* [http://arxiv.org](http://arxiv.org/)
* <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

9.4.3 Лицензионное программное обеспечение:

* Microsoft® Windows® XP Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул Е85-00638; № лицензии 18582213 от 30.12.2004 (бессрочная корпоративная академическая лицензия).
* Microsoft® Office Professional Win 32 Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул 269-05620; лицензия №18582213 от 30.12.2004.
* Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic Open No Level, артикул FQC-02306, лицензия № 46255382 от 11.12.2009, (копия лицензии);
* Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open No Level, лицензия 47122150 от 30.06.2010, справка Microsoft «Условия использования лицензии»;