|  |
| --- |
|  Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»  |
|  |  УТВЕРЖДАЮ Директор Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Голобородько А.Ю. «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_г. |
|  |
|  |  |
|  **Рабочая программа дисциплины** **Применение построения математических моделей в естествознании** |
|  |  |
|  направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) направленность (профиль) 44.03.05.29 Математика и Информатика |
|  |  |
|  Для набора \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года |
|  |  |
|  Квалификация Бакалавр |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  стр. 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  КАФЕДРА |  |  **математики** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  **Распределение часов дисциплины по семестрам** |  |  |  |  |  |
|  |  Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) |  **5 (3.1)** |  Итого |  |  |  |  |  |
|  |  Недель |  18 4/6 |  |  |  |  |  |
|  |  Вид занятий |  УП |  РП |  УП |  РП |  |  |  |  |  |
|  |  Лекции |  14 |  14 |  14 |  14 |  |  |  |  |  |
|  |  Практические |  22 |  22 |  22 |  22 |  |  |  |  |  |
|  |  Итого ауд. |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |  |
|  |  Кoнтактная рабoта |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |  |
|  |  Сам. работа |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |  |
|  |  Итого |  72 |  72 |  72 |  72 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  **ОСНОВАНИЕ** |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  Учебный план утвержден учёным советом вуза от 26.04.2022 протокол № 9/1.   Программу составил(и): к.ф.-м.н., Доц., Проценко Е.А.; д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН, Проф., Сухинов А.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Зав. кафедрой: Сидорякина В. В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  стр. 3 |
|  |  |  |  |
|  **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** |
|  1.1 |  состоят в формировании у обучающихся компетенций (ОК-3, ОК-6, ПК-2, ПК-4, ПК-6, СК-1, СК-2) в процессе изучения курса «Применение построения математических моделей в естествознании» для последующего применения в учебной и практической деятельности в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП); в обеспечении обучающихся основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом; в обеспечении основными положениями разделов «Основные понятия метода математического моделирования», «Построение элементарных математических моделей», «Построение математических моделей на основе законов сохранения», «Методы дискретизации и численной реализации математических моделей», базовыми идеями и методами математического моделирования, для компетентного осуществления профессиональной деятельности; подготовка бакалавра к использованию естественнонаучных и математических знаний для постановки и решения задач практической деятельности, обеспечивающих формирование у обучаемых соответствующих навыков и умений, для ориентирования в современном информационном пространстве. |
|  |  |  |  |
|  **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** |
|  **ОК-3:способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве** |
|  **ОК-6:способностью к самоорганизации и самообразованию** |
|  **ПК-2:способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики** |
|  **ПК-4:способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов** |
|  **ПК-6:готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса** |
|  **СК-1:владением основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом** |
|  **СК-2:владением культурой математического мышления, логической и алгоритмической культурой, способностью понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными математическими дисциплинами, реализовывать основные методы математических рассуждений на основе общих научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем, пользоваться языком математики, корректно выражать и аргументированно обосновывать имеющиеся знания** |
|  |  |  |  |
|  **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:** |
|  **Знать:** |
|  теоретические основы и основные понятия разделов «Основные понятия метода математического моделирования», «Построение элементарных математических моделей», «Построение математических моделей на основе законов сохранения», «Методы дискретизации и численной реализации математических моделей», алгоритмы решения типовых задач изучаемых разделов, необходимые для применения в практической деятельности, для ориентирования в современном информационном пространстве; общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными математическими дисциплинами; основные методы математических рассуждений на основе научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем; базовые идеи и методы математики, систему основных математических структур и аксиоматический метод построения научной теории. |
|  **Уметь:** |
|  применять методы математического моделирования в такой степени, чтобы не только осознанно применять полученные знания в процессе обучения и в профессиональной деятельности, но и, по мере необходимости, углублять и расширять их путем дальнейшего самообразования; применять основные понятия и алгоритмы решения типовых задач разделов «Основные понятия метода математического моделирования», «Построение элементарных математических моделей», «Построение математических моделей на основе законов сохранения», «Методы дискретизации и численной реализации математических моделей»; понимать общую структуру математического знания, видеть взаимосвязь между различными математическими дисциплинами; использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве; реализовывать основные методы математических рассуждений на основе общих научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем; пользоваться языком математики, корректно выражать и аргументированно обосновывать имеющиеся знания; реализовывать основные методы математических рассуждений на основе научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем, пользоваться языком математики, корректно выражать и аргументированно обосновывать имеющиеся знания; использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов; использовать современные методы и технологии обучения и диагностики. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  стр. 4 |
|  **Владеть:** |
|  основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом; навыками применения знаний теоретических основ и приемов метода математического моделирования; навыками использования алгоритмов построения и исследования математических моделей; умением использовать специальные эвристические приемы, методы и алгоритмы построения и исследования математических моделей; способностью к самоорганизации и самообразованию; культурой математического мышления, логической и алгоритмической культурой; способностью понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными математическими дисциплинами, навыками реализации основных методов математических рассуждений на основе общих научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем, навыками использоваться языка математики, корректного выражения имеющихся знаний. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** |
|  **Код занятия** |  **Наименование разделов и тем /вид занятия/** |  **Семестр / Курс** |  **Часов** |  **Компетен-** **ции** |  **Литература** |
|  |  **Раздел 1. Основные понятия метода математического моделирования.** |  |  |  |  |
|  1.1 |  Тема: "Понятия модели и моделирования". Сущность методологии математического моделирования. Математическое моделирование какого-либо объекта порождает три этапа: модель – алгоритм – программа. Цели построения и использования моделей. Классификация моделей. Знаковое моделирование. Абстрактная или информационная модель. Идеальное моделирование. Интуитивное моделирование. Научное моделирование. Материальное моделирование. Натурная или физическая модель. Физическое моделирование. Полунатурное моделирование. Общие требования к моделям. Предсказательность моделей. Принципы системного подхода в моделировании. Основные положения теории систем. Основные принципы системного подхода. Сущность системного принципа. Принцип целостности. Макропроектирование и микропроектирование. /Лек/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 |
|  1.2 |  Тема: "Принципы построения математических моделей". Принцип информационной достаточности, принцип осуществимости, принцип множественности моделей, принцип агрегирования, принципе параметризации. Классификационные признаки и некоторые классификации моделей. Требования, которые предъявляют к моделям. Основные этапы математического моделирования. Определения статических и динамических систем, систем с дискретными состояниями, систем с непрерывным множеством состояний, понятия «детерминированной системы» и «стохастической системы», внешних воздействий на систему и её функционирование. /Лек/ |  5 |  2 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 Э3 Э4 |
|  1.3 |  Тема: "Введение в теорию обыкновенных дифференциальных уравнений". Предварительные сведения об обыкновенных дифференциальных уравнениях, методах их решения, актуализация которых необходима для восприятия последующего материала. Обыкновенное дифференциальное уравнение. Уравнение в частных производных. Общие и частные решения дифференциального уравнения. Интегральная кривая. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема о существования и единственности задачи Коши. Дифференциальные уравнения высших порядков. Методы решения дифференциальных уравнений высших порядков. Дифференциальные уравнения первого порядка. Геометрическое толкование дифференциального уравнения. Задача Коши. Теорема о существования и единственности задачи Коши. Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение с разделяющимися переменными. Однородное дифференциальное уравнение. Неоднородное дифференциальное уравнение. Уравнение в полных дифференциалах. Методы решения дифференциальных уравнений. /Пр/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э10 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  стр. 5 |
|  1.4 |  Тема: "Понятия модели и моделирования". Принципы системного подхода в моделировании. Принципы построения математических моделей. Принципы построения математических моделей: принцип информационной достаточности, принцип осуществимости, принцип множественности моделей, принцип агрегирования, принципе параметризации. Классификационные признаки и некоторые классификации моделей. Требования, которые предъявляют к моделям. Основные этапы математического моделирования. Определения статических и динамических систем, систем с дискретными состояниями, систем с непрерывным множеством состояний, понятия «детерминированной системы» и «стохастической системы», внешних воздействий на систему и её функционирование. /Пр/ |  5 |  2 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э4 Э10 |
|  |  **Раздел 2. Элементарные математические модели.** |  |  |  |  |
|  2.1 |  Тема: "Некоторые подходы к построению простейших математических моделей". Фундаментальные законы природы. Некоторые подходы к построению простейших математических моделей, иллюстрирующие применение фундаментальных законов природы, вариационных принципов, аналогий, иерархических цепочек. Адекватность моделей, нелинейность, численная реализация. Вариационные принципы и математические модели. Вариационные принципы при построении математической модели. Универсальность математических моделей. Пример иерархии моделей. Некоторые модели простейших нелинейных объектов. /Лек/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 |
|  2.2 |  Тема: "Элементарные математические модели". Фундаментальные законы природы. Некоторые подходы к построению простейших математических моделей, иллюстрирующие применение фундаментальных законов природы, вариационных принципов, аналогий, иерархических цепочек. Адекватность моделей, нелинейность, численная реализация. Вариационные принципы и математические модели. Вариационные принципы при построении математической модели. Схема принципа Гамильтона. Модель колебаний маятника в поле сил тяжести. Пример применения принципа Гамильтона с отражением начальной стадии построения модели – описанием механической системы. Пример иерархии моделей: иерархическая цепочка моделей по принципу «снизу-вверх» для движения шарика, соединенного с пружиной. Универсальность математических моделей. Два типа нелинейных моделей системы «шарик-пружина». Колебательный электрический контур. Взаимодействие двух биологических популяций. Некоторые модели простейших нелинейных объектов. Происхождение нелинейности, некоторые ее последствия, проявляющиеся в поведении изучаемых объектов, неизбежность применения численных методов для их анализа. Ключевые темы для развития и применения методологии математического моделирования: вопросы применение как строгих процедур (фундаментальные законы, вариационные принципы), так и метода аналогий и других подходов к построению математических моделей, в том числе и трудно формализуемых; методы качественного исследования нелинейных моделей; построение эффективных вычислительных алгоритмов, реализующих модели. /Пр/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  стр. 6 |
|  2.3 |  Тема: "Построение математических моделей на основе законов сохранения". Построение модели потока невзаимодействующих частиц и движения грунтовых вод в пористой среде, на основе составления баланса массы вещества и некоторых дополнительных соображений. Свойства полученных моделей и их возможных обобщений. Модель движения потока частиц в трубе. Модель движения грунтовых вод. Построение моделей распространения тепла в сплошной среде. Постановка типичных краевых условий для уравнения теплопроводности. Построение модели лучистого теплообмена в веществе. Построение математических моделей на основе применения нескольких фундаментальных законов. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Законы сохранения и свойства пространства-времени. /Пр/ |  5 |  6 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 |
|  |  **Раздел 3. Методы дискретизации и численной реализации математических моделей.** |  |  |  |  |
|  3.1 |  Тема: "Методы дискретизации и численной реализации математических моделей". Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Некоторые методы дискретизации и численной реализации математических моделей. Схема Эйлера. Неявная схема Эйлера и ее устойчивость. Метод Рунге – Кутта. Понятие устойчивости разностных схем для ОДУ. Многошаговые разностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. /Лек/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э4 Э6 |
|  3.2 |  Тема: "Методы дискретизации и численной реализации математических моделей". Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Некоторые методы дискретизации и численной реализации математических моделей. Достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши. Схема Эйлера. Ломаная Эйлера. Нахождение приближенного решения задачи Коши методом ломаных Эйлера. Уточненный метод Эйлера, формула пересчета. Явная схема Эйлера. Дискретная модель задачи (расчетные формулы метода Эйлера). Погрешность разностной схемы. Сходимость разностной схемы Эйлера. Вычислительная неустойчивость. Абсолютно (безусловно) устойчивые и условно устойчивые разностные методы. Неявная схема Эйлера и ее устойчивость. Погрешность аппроксимации дифференциальных операторов разностными. Локальная погрешность аппроксимации дифференциального оператора разностным. Порядок погрешности аппроксимации. Глобальная погрешность аппроксимации. Метод Рунге – Кутта. Метод Рунге – Кутта второго порядка точности. Метод Рунге – Кутта четвертого порядка точности. Понятие устойчивости разностных схем для ОДУ. Решение задачи Коши при помощи численных методов на ЭВМ. Многошаговые разностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Линейные m-шаговые методы. Явные и неявные методы. Методы Адамса. Невязка или погрешность аппроксимации методов. /Пр/ |  5 |  4 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 Э3 Э6 |
|  3.3 |  Тема: "Математические модели динамики популяций". Понятие популяции. Функции популяции. Основные параметры популяции. Численность и плотность популяции. Рождаемость и смертность. Пять основных типов кривых выживания. Модель Мальтуса. Логистическая модель динамики популяции. Схема логистических кривых. Три режима в нелинейной модели популяции. Модель хищник – жертва. Фазовые траектории для задачи взаимодействующих концентраций типа хищник – жертва. /Пр/ |  5 |  2 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.3 Э1 Э10 |
|  |  **Раздел 4. Самостоятельная работа.** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  стр. 7 |
|  4.1 |  Изучение теоретических материалов курса, решение практических заданий по указанным темам. Понятия модели и моделирования. Принципы системного подхода в моделировании. Принципы построения математических моделей. Классификационные признаки и классификация моделей. Основные понятия метода математического моделирования. Аналитическое и имитационное моделирование. Основные этапы математического моделирования. Понятие о вычислительном эксперименте. Оценка адекватности, устойчивости и чувствительности. Некоторые сведения теории погрешностей вычислений. Некоторые сведения теории численного дифференцирования. Введение в теорию обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия. Дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения высших порядков. Фундаментальные законы природы. Вариационные принципы и математические модели. Пример иерархии моделей. Универсальность математических моделей. Некоторые модели простейших нелинейных объектов. Построение математических моделей на основе законов сохранения. Модель движения потока частиц в трубе. Модель движения грунтовых вод. Построение моделей распространения тепла в сплошной среде. Постановка типичных краевых условий для уравнения теплопроводности. Построение модели лучистого теплообмена в веществе. Построение математических моделей на основе применения нескольких фундаментальных законов. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Законы сохранения и свойства пространства-времени. Методы дискретизации и численной реализации математических моделей. Схема Эйлера. Явная схема Эйлера. Неявная схема Эйлера и ее устойчивость. Метод Рунге – Кутта. Понятие устойчивости разностных схем для ОДУ. Многошаговые разностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Математические модели динамики популяций. Модель Мальтуса. Логистическая модель динамики популяции. Модель хищник – жертва. Работа с математической, учебной и методической литературой, статьями по рассматриваемой тематике, с целью подготовки презентации, реферата, материалов для проведения дискуссии, «круглого стола». 1. История формирования моделирования как метода познания.  2. Основные виды математического моделирования: аналитическое, численное и имитационное.  3. Классификация моделей: физические (материальные) и математические (абстрактные) и их характеристика.  4. Моделирование и проблема истины.  5. Модели с сосредоточенными, распределенными параметрами и модели на экстремальных принципах.  6. Теоретические основы математического моделирования.  7. Классификация математических моделей.  8. Основные этапы моделирования, их характеристика.  9. Математическое моделирование в медицине.  10. Построение математической модели заболеваний.  11. Характеристика истории становления, роли |  5 |  36 |  ПК-2 ОК-3 ОК-6 ПК-4 ПК-6 СК-1 СК-2 |  Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  |  |  стр. 8 |
|  |  математического моделирования и прикладной математики в развитии современной науки.  12. Методы математического моделирования при изучении процессов загрязнения окружающей среды 13. Математическое моделирование в экономике.  14. Математическое моделирование в страховании.  15. Математическое моделирование в биологии.  16. Методология математического моделирования.  17. Математические модели и их виды.  18. Адекватность математических моделей.  19. Алгоритм научных исследований с помощью мат. моделирования.  20. Основные принципы математического моделирования механических систем и процессов.  21. Методы разработки математических моделей  22. Проблемы построения математических моделей  23. Подобие и анализ размерностей  24. Понятие о теории графов  25. Теория массового обслуживания  26. Метод Монте-Карло  27. Вычислительные методы алгебры  28. Вычислительные методы решения дифференциальных уравнений.  29. Приемы упрощения математических моделей  30. Математические методы оптимизации  31. Игровое моделирование  32. Иммитационное моделирование. 33. Методы математического моделирования при изучении процессов загрязнения окружающей среды. 34. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. 35. Схема Эйлера. Неявная схема Эйлера и ее устойчивость. 36. Многошаговые разностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. 37. Компьютерное моделирование при обработке опытных данных, типы интерполяции.  38. Триада математического моделирования по академику Самарскому.  39. Подходы различных авторов к понятию «модель» и «моделирование». 40. Сущность системного подхода при построении моделей объектов, принципы системности и целостности. /Ср/ |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  **4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** |
|  Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** |
|  **5.1. Основная литература** |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  Л1.1 |  Самарский А. А., Михайлов А. П. |  Математическое моделирование: идеи, методы, примеры: монография |  Москва: Физматлит, 2005 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=68976 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л1.2 |  Трусов П. В. |  Введение в математическое моделирование: учебное пособие |  Москва: Логос, 2004 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=84691 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  стр. 9 |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  Л1.3 |  Губарь Ю. В. |  Введение в математическое моделирование: практическое пособие |  Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=233992 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л1.4 |  Губарь Ю. В. |  Введение в математическое программирование: практическое пособие |  Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=233993 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л1.5 |  Ахмадиев, Ф. Г., Гиззятов, Р. Ф. |  Решение задач прикладной математики с применением табличного процессора EXCEL: учебное пособие |  Казань: Казанский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ, 2016 |  http://www.iprbookshop.r u/73319.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л1.6 |  Зубко, И. Ю., Няшина, Н. Д. |  Математическое моделирование: дискретные подходы и численные методы: учебное пособие |  Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2012 |  http://www.iprbookshop.r u/105478.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л1.7 |  Ахмадиев, Ф. Г., Гиззятов, Р. Ф. |  Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: учебное пособие |  Казань: Казанский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ, 2018 |  http://www.iprbookshop.r u/105737.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  **5.2. Дополнительная литература** |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  Л2.1 |  Гусева Е. Н. |  Экономико-математическое моделирование: учебное пособие |  Москва: ФЛИНТА, 2016 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=83540 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л2.2 |  Диков А. В., Степанова С. В., Сугробов Г. В. |  Математическое моделирование и численные методы: учебное пособие |  Пенза: Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), 2000 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=96973 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л2.3 |  Федосеев В. В. |  Математическое моделирование в экономике и социологии труда: методы, модели, задачи: учебное пособие |  Москва: Юнити, 2015 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=114723 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л2.4 |  Иванов В. В., Кузьмина О. В. |  Математическое моделирование: учебно- методическое пособие |  Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=459482 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л2.5 |  Зариковская Н. В. |  Математическое моделирование систем: учебное пособие |  Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=480523 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  стр. 10 |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  Л2.6 |  Гаврилова Л. В., Компаниец Л. А., Распопов В. Е. |  Математическое моделирование водных экосистем: учебное пособие |  Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=497152 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  **5.3. Методические разрабоки** |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  Л.1 |  Пантелеев А. В., Якимова А.С. |  Обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах: учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений |  М.: Высш. шк., 2001 |  15 |
|  Л.2 |  Афонин В. В., Федосин С. А. |  Моделирование систем: учебно-практическое пособие: учебное пособие |  Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) |Бином. Лаборатория знаний, 2011 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=232979 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  Л.3 |  Золотарев А. А., Бычков А. А., Золотарева Л. И., Корнюхин А. П. |  Инструментальные средства математического моделирования: учебное пособие |  Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011 |  http://biblioclub.ru/index. php? page=book&id=241127 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
|  **5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы** |
|  Наименование информационно-справочных систем |
|  kvant.mirror1.mccme.ru – учебные материалы |
|  Allbest.ru – рефераты |
|  **5.4. Перечень программного обеспечения** |
|  Microsoft Office |
|  **5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья** |
|  При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме. |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** |
|  Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование. |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** |
|  Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. |