Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Иванов А.Г.
«_30_» _____ 2017 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

# Б1.Б.02.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ОБРАЗОВАНИИ

Направление подготовки /специальность

02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Направленность (профиль) /специализация

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Программа подготовки АКАДЕМИЧЕСКАЯ

Форма обучения ОЧНАЯ

Квалификация (степень) выпускника МАГИСТР

Краснодар 2017

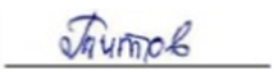
Рабочая программа дисциплины «Математические модели в научных исследованиях и образовании» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Программу составил:
Усатиков С.В., проф. кафедры
математических и компьютерных методов,
д. ф.-м. н., доц.

Рабочая программа дисциплины «Математические модели в научных исследованиях и образовании» утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов
протокол № 14 «09» июня 2017 г.
Заведующий кафедрой (разразработчика)
Дроботенко М.И.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов
протокол № 14 «09» июня 2017 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)
Дроботенко М.И.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 3 «20» июня 2017 г.
Председатель УМК факультета
Титов Г.Н



Рецензенты:

Барсукова В.Ю., канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедры функционального анализа и алгебры КубГУ
Терещенко И.В., канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедрой общей математики КубГТУ

**1 Цели и задачи изучения дисциплины**

**1.1 Цель дисциплины**

Формирование системы понятий, знаний и умений, а также содействие становлению компетентностей магистров в области принципов, основных методов построения и обоснования, места и роли математических моделей объектов, процессов и явлений, связанных с актуальными областями приложений в физике и технике. Дисциплина ориентирована на выработку компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков, моделей поведения и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

**1.2 Задачи дисциплины**

- Дать представление о типовых математических схемах моделирования, идентификации, адекватности и верификации моделей.
- Изложить основные методы построения, обоснования и компьютерной реализации математических моделей различных объектов, процессов и явлений из широкого круга областей точных и гуманитарных наук.
- Научить применять основные принципы моделирования, проводить сравнение моделей, оценивать точность и эффективность различных моделей. Развить устойчивый навык работы с такими задачами для дальнейшей профессиональной деятельности – как научной, так и педагогической.
- Дать представление о методах исследования модельных уравнений, научить оценивать разрешимость модельных уравнений и обоснованно осуществлять выбор методов и средств решения, а также интерпретировать полученные результаты.

**1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математические модели в научных исследованиях и образовании» относится к вариативной части цикла дисциплин учебного плана.

Перечень предшествующих дисциплин, необходимых для изучения данной дисциплины: математический анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения с частными производными, уравнения математической физики, теория устойчивости, теория вероятностей, стохастический анализ.

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке студентов в области математического моделирования, полученной при прохождении ООП магистратуры, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин математического и естественнонаучного цикла ООП магистратуры.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/профессиональных компетенций (ОК/ПК)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **знать** | **уметь** | **владеть** |
| 1. | ОПК-2 | способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках | современные методы получения научных знаний: математическое моделирование и нейроматематика; процессы самосборка и самоорганизация в наносистемах | применять методы теории устойчивости «в малом» и «в большом» (методы Ляпунова и их применение) | навыками автомодельного решения уравнений математической физики и автоволновых процесссов; применения современной |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **знать** | **уметь** | **владеть** |
| | | | | | алгебры и геометрии в математическом моделировании. |
| 2. | ПК-3 | Способностью публично представить собственные новые научные результаты | назначение существующих современных средств компьютеризации научных исследований и обучения, их функциональные возможности и особенности применения | применять в практической деятельности автоматизированные средства обработки информации, выполнения расчетов и моделирования, обработки и оформления результатов исследований | навыками компьютерной графики в научных исследованиях; навыками дистанционного обучения, технологий и средств; видеоконференций |

**2. Структура и содержание дисциплины**

**2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | В | | | |
| **Контактная работа, в том числе:** | | | | | |
| **Аудиторные занятия (всего):** | **36** | **36** | | | |
| Занятия лекционного типа | 12 | 12 | - | - | - |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| **Иная контактная работа:** | | | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | - | - | - | - | - |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,3 | 0,3 | - | - | - |
| **Самостоятельная работа, в том числе:** | | | | | |
| Курсовая работа | - | - | - | - | - |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 5 | 5 | - | - | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) | 15 | 15 | - | - | - |
| Реферат | 15 | 15 | - | - | - |
| | | | | | |
| Подготовка к текущему контролю | 10 | 10 | - | - | - |
| **Контроль:** | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Подготовка к экзамену | | 26,7 | 26,7 | - | - | - |
| **Общая трудоемкость** | **час.** | **108** | **108** | **-** | **-** | **-** |
| | **в том числе контактная работа** | **36,3** | **36,3** | | | |
| | **зач. ед** | **3** | **3** | | | |

**2.2 Структура дисциплины:**

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

*Разделы дисциплины, изучаемые в В семестре*

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | *Моделирование систем* | 9 | 1 | | 2 | 6 |
| 2. | *Пакеты визуального моделирования.* | 9 | 1 | | 2 | 6 |
| 3. | *Модели некоторых трудноформализуемых объектов.* | 12 | 2 | | 4 | 6 |
| 4. | *Моделирование сложных объектов.* | 12 | 2 | | 4 | 6 |
| 5. | *Системы и модели в энергетике.* | 12 | 2 | | 4 | 6 |
| 6. | *Системы и модели в зерноперерабатывающей промышленности.* | 12 | 2 | | 4 | 6 |
| 7. | *История и инновации высокотехнологичных моделей обучения.* | 15 | 2 | | 4 | 9 |
| | ***Итого по дисциплине:*** | **81** | **12** | | **24** | **45** |

**2.3 Содержание разделов дисциплины:**

**2.3.1 Занятия лекционного типа**

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Моделирование систем | Методология математического моделирования. Типовые математические схемы моделирования. Основные структурные элементы математической модели: геометрический (координатные системы и типы геометрических пространств, их базис и размерность), аналитический (типы системы уравнений движения в широком смысле), алгебраический (группы допустимых преобразований пространства модели и их инварианты). Получение моделей из фундаментальных законов природы. Модели из вариационных принципов, иерархии моделей. Универсальность математических моделей. | Реферативный доклад |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. | Пакеты визуального моделирования. | Обзор наиболее известных пакетов визуального моделирования: SIMULINK пакета MATLAB (MathWorks, Inc), EASY5 (Boeing), SystemBuild пакета MATRIXX (Integrated Systems, Inc. и др. Unified Modeling Language — унифицированный язык моделирования. Графическая среда MVS(Model Vision Studium) для проведения вычислительных экспериментов с гибридными моделями сложных динамических систем. | Реферативный доклад |
| 3. | Модели некоторых трудноформализуемых объектов. | Модели финансовых и экономических процессов: организация рекламной кампании, взаимозачет долгов предприятий, макромодель равновесия рыночной экономики, макромодель экономического роста. Некоторые модели соперничества: взаимоотношения в системе «хищник—жертва», гонка вооружений между двумя странами, боевые действия двух армий. Динамика распределения власти в иерархии. | Реферативный доклад |
| 4. | Моделирование сложных объектов. | Задачи технологии и экологии: физически «безопасный» ядерный реактор, гидрологический «барьер» против загрязнения грунтовых вод, сложные режимы обтекания тел газом, экологически приемлемые технологии сжигания углеводородных топлив. Фундаментальные проблемы естествознания: нелинейные эффекты в лазерной термоядерной плазме, математическая реставрация Тунгусского феномена, климатические последствия ядерного конфликта, магнитогидродинамическое «динамо» Солнца. Вычислительный эксперимент с моделями трудноформализуемых объектов: диссипативные биологические структуры, процессы в переходной экономике, тоталитарные и анархические эволюции распределения власти в иерархиях. | Реферативный доклад |
| 5. | Системы и модели в энергетике. | Теплообмен при кипении в трубе в зоне температурных волн. Формализация уравнений теплообмена при автоволновой смене метастабильного режима кипения стабильным, учитывающая влияние направления векторных величин. Идентификация и верифика- | Реферативный доклад |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ция «двухтемпературной» модели основе одной из версий локально- неравновесной термодинамики. | |
| 6. | Системы и модели в зерноперерабатывающей промышленности. | Модели тепломассобмена в зерновой массе на основе: многофазной фильтрации и А.В.Лыкова для капиллярно-пористых тел. Зерновая масса как синергетически активная среда. Математическая модель состояния зерновой массы на основе теории многофазной фильтрации и синергетических методов анализа мультистабильных систем, промышленный эксперимент по её идентификации и верификации. | Реферативный доклад |
| 7. | История и инновации высокотехнологичных моделей обучения. | «Метод проектов», «вкусный», «активный», академических кредитов, «стратификации с релаксацией», неопрагматизм и «открытое обучение», «кооперативное» обучение. Активные обучающие среды (АОС) по различным учебным дисциплинам. Высокотехнологичные модели обучения, активные методы, активные обучающие среды, анимация и визуализация логики рассуждений и подбора алгоритма решения. | Реферативный доклад |

**2.3.2 Занятия семинарского типа**

*Занятия семинарского типа не предусмотрены*

**2.3.3 Практические занятия**

| № | Наименование раздела | Тематика практических занятий (семинаров) | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Моделирование систем | Графическая среда MVS(Model Vision Studium) для проведения вычислительных экспериментов с гибридными моделями сложных динамических систем. Решение вариантов Задания 1 (варианты 1-28) - реализация в пакете Model Vision Studium (MVS) модели данной системы, в терминах унифицированного языка моделирования UML. | Расчетно-графическое задание |
| 2. | Пакеты визуального моделирования. | Пакет FreeFEM+ метода конечных элементов. Решение вариантов Задания 2 (варианты 1-15) - Уравнения математической физики и нелинейная динамика. Модель данной системы, реализованная в пакете FreeFEM+. | Расчетно-графическое задание |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3. | Модели некоторых трудноформализуемых объектов. | Модели некоторых трудноформализуемых объектов. Решение вариантов Задания 3 (варианты 1-28) - модели некоторых трудноформализуемых объектов. | Расчетно-графическое задание |
| 4. | Моделирование сложных объектов. | Моделирование сложных объектов. Решение вариантов Задания 4 (варианты 1-14) - задачи II Международной олимпиады по математической физике 2010г. | Расчетно-графическое задание |
| 5. | Системы и модели в энергетике. | Выступление с реферативным докладом (из тем п.6.1) по автоволновым процессам в бистабильных системах. | Расчетно-графическое задание |
| 6. | Системы и модели в зерноперерабатывающей промышленности. | Системы и модели в энергетике и зернохранении. Выступление с реферативным докладом (из тем п.6.1). | Расчетно-графическое задание |
| 7. | История и инновации высокотехнологичных моделей обучения. | Активные обучающие среды (АОС). Выступление с реферативным докладом (из тем п.6.1). | Расчетно-графическое задание |

**2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

*Курсовые работы не предусмотрены.*

**2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Написание реферативного доклада | «Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г. |
| 2 | Выполнение проектной работы | «Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

**3. Образовательные технологии**

Активные и интерактивные формы лекционных занятий, лабораторных занятий, контрольных работ, тестовых заданий, типовых расчетов, докладов, сдача экзамена.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

**4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | *Моделирование систем* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 2 | *Пакеты визуального моделирования.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 3 | *Модели некоторых трудноформализуемых объектов.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 4 | *Моделирование сложных объектов.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 5 | *Системы и модели в энергетике.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 6 | *Системы и модели в зерноперерабатывающей промышленности.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |
| 7 | *История и инновации высокотехнологичных моделей обучения.* | ОПК-2, ПК-3 | Задания компьютерного практикума |

Для получения зачета по дисциплине или допуска к экзамену необходимо сформировать «Портфель магистранта», который должен содержать результаты всех предусмотренных учебным планом работ.

«Портфель магистранта» представляет собой целевую подборку работ студента на компьютере, раскрывающую его индивидуальные образовательные достижения в учебной дисциплине. Структура портфеля включает следующие учебные материалы:

- результаты выполнения практических работ на компьютере;
- выполненные задания для самостоятельной работы на компьютере;
- выполненными контрольными работами, в том числе работами над ошибками.

Критерии оценки учебного портфолио магистранта:

оценка «зачтено» выставляется за 90–100% наличия необходимых материалов в портфолио;

оценка «не зачтено» выставляется, если материалов в портфолио присутствует менее 90%.

Критерии оценки по экзамену:

Оценка «удовлетворительно» – магистрант в основном раскрывает выбранную тему, с непринципиальными ошибками, недоработками и неточностями – как в содержании, так и при ответах на дополнительные вопросы преподавателя и слушателей.

Оценка «хорошо» – магистрант полно раскрывает выбранную тему, с негрубыми недоработками и неточностями – как в содержании, так и при ответах на дополнительные вопросы преподавателя и слушателей.

Оценка «отлично» – магистрант демонстрирует системность и глубину знаний; точно и полно использует научную терминологию; использует в своём ответе знания, полученные при изучении курса; демонстрирует практические навыки. Владеет тезаурусом дисциплины; логически правильно излагает ответы на вопросы; дает ответы на дополнительные вопросы преподавателя по темам, предусмотренным учебной программой.

**4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

В ходе текущей аттестации оцениваются промежуточные результаты освоения студентами дисциплины «Математические модели в научных исследованиях и образовании». Текущий контроль осуществляется с использованием традиционной технологий оценивания качества знаний студентов и включает оценку самостоятельной (внеаудиторной) и аудиторной работы (в том числе рубежный контроль). В качестве оценочных средств используются:

- различные виды устного и письменного контроля (выступление на семинаре, реферат, учебно-методический проект);
- индивидуальные и/или групповые домашние задания, творческие работы, проекты и т.д.;
- отчет по практической работе.

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Формой промежуточного контроля является анализ и обсуждение представленных разработок, собеседование и качественная оценка хода выполнения индивидуальных заданий по дисциплине, публичные доклады по выбранным темам.

**Темы рефератов:**

1. Возражения и дополнения? Метамоделирование: целая серия значений со множеством смысловых оттенков.
2. Уравнения p-Адической математической физики: от квантовой теории до хаотических и нано-систем.
3. Математическая физика и нанотехнологии.
4. Математическое моделирование динамических прототипов биологических наномашин.
5. Pro & Contra: "жёсткие" и "мягкие" математические модели, жёсткие модели как путь к ошибочным предсказаниям.
6. Pro & Contra: математические модели в истории и «антиисторический вздор» академика А.Т.Фоменко.
7. Современная теория сложности вычислений: модель квантовых вычислений.
8. Разногласия по вопросу о путях выхода: несовместимость релятивистского макромира и квантового микромира.
9. Тихоновская теория линейных и нелинейных некорректных задач и обратные задачи математической физики.
10. Математические модели в генетике. Обратные задачи теории эволюции.
11. Модели механики сплошной среды: гидро и аэромеханика.
12. Модели механики сплошной среды: упругость, вязкопластичность.
13. Модели де Ситтера и Фридмана.
14. Pro & Contra: тёмная материя и тёмная энергия.
15. Модели некоторых трудноформализуемых объектов: универсальность математических моделей (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
16. Модели некоторых трудноформализуемых объектов: вариационные принципы, иерархии моделей (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
17. Модели некоторых трудноформализуемых объектов: макроэкономика (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).

18. Математическое моделирование сложных объектов: задачи технологии и экологии (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
19. Математическое моделирование сложных объектов: экологический мониторинг (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
20. Математическое моделирование сложных объектов: вычислительный эксперимент (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
21. Математическое моделирование сложных объектов: термоядерная энергетика (дополняя А.А.Самарского и А.П.Михайлова).
22. Модели стохастической финансовой математики.
23. Динамические системы и модели биологии.
24. Синергетическая парадигма и синергетика образования.
25. Модель выпускника математического факультета в пространстве вузовского математического образования.
26. Обучение математике в личностно ориентированной модели образования.
27. Принципы построения и содержание сводного синтетического курса математики.
28. Модели целенаправленного поведения для анализа, прогнозирования и планирования процессов в сфере потребления, трудового поведения.
29. Политические науки: примеры математических моделей политического поведения, политическое прогнозирование и сценарное прогнозирование.
30. История и синергетика: методология исследования, математическое моделирование социальной динамики.
31. История и математика: анализ и моделирование социально-исторических процессов.
32. «Математическая юриспруденция»: моделирование причин преступности, приложения теории вероятностей и математической статистики, теории информации, теории игр; сетевые методы управления в сфере правопорядка.
33. Порождающие и распознающие грамматики как средство описания формальных моделей естественных языков.
34. Принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) имитационного моделирования в пакете General Purpose Simulation System (GPSS).
35. Принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) моделирования структурными уравнениями в SEPATH Analysis пакета STATISTICA.
36. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) моделирования в пакете математической физики FreeFEM.
37. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) моделирования в пакете математической физики COMSOL Multiphysics.
38. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) моделирования в программном комплексе ANSYS Multiphysics. http://www.ansys.msk.ru/index.php?id=23
39. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) работы в пакете визуального моделирования SIMULINK пакета MATLAB (MathWorks, Inc).
40. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) работы в пакете визуального моделирования сложных машин и механизмов MSC.ADAMS (или его конкурентов UMTRI Yaw/Roll constant velocity и AUTOSIM).
41. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) работы в пакете визуального моделирования сложных машин и механизмов "Универсальный механизм" (UM). http://www.umlab.ru/index_rus.htm
42. Основные модули, принципы работы и примеры (самостоятельно выполненные) работы в пакете визуального моделирования EASY5 (Boeing) или SystemBuild пакета MATRIXX (Integrated Systems, Inc.).

43. ИИ в образовании: применение сетевых моделей для анализа и проектирования учебных курсов по математике (темы по выбору студентов) - тезаурус «…», моделирование системы понятий курса «…».
44. Реализация компетентностного подхода ФГОС ВПО в обучении математике и информатике с применением технологии 3D – моделирования и компьютерных симуляций – принципы и примеры (самостоятельно выполненные).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**5.1 Основная литература:**

1. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] : учебник / А.И. Новиков. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2017. — 532 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/77298. — Загл. с экрана.
2. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 210 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-07872-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/B81ED77F-39BA-4CBF-A78C-5AE4A194FF4B.
3. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 185 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-07874-9. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/0ABC4E73-6F99-450E-A4E7-C6D1AB11DCB8
4. Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королев. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 280 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/6D79329C-E5ED-4CEC-B10E-144AE1F65E43.

**5.2 Дополнительная литература:**

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 207 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5.
2. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чудери. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 319 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606.

**5.3. Периодические издания:**

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Журнал вычислительной математики и математической физики»
3. Журнал «Вычислительные методы и программирование»
4. Журнал «Фундаментальная и прикладная математика»

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) http://www.elibrary.ru/
2. Доступ к базам данных компании EBSCO Publishing, насчитывающим более 7 тыс. названий журналов, более 3,5 тыс. рецензируемых журналов, более 2 тыс. брошюр, 500 книг, 500 журналов и газет на русском языке. http://search.ebscohost.com/
3. Базы данных Американского института физики American Institute of Physics (AIP) http://scitation.aip.org
4. Электронный доступ к авторефератам http://vak.ed.gov.ru/search/ http://vak.ed.gov.ru/announcements/techn/581/
5. Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) http://diss.rsl.ru/
6. Бесплатная специализированная поисковая система Scirus для поиска научной информации http://www.scirus.com
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/window
8. Библиотека электронных учебников http://www.book-ua.org/
9. РУБРИКОН – информационно-энциклопедический проект компании «Русс портал» http://www.rubricon.com/.

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для успешного усвоения теоретического материала, необходимо изучение лекции и рекомендуемой литературы из пункта 5.

Лекционные занятия проводятся по основным разделам дисциплины, описанные в пункте 2.3.1. Они дополняются практическими занятиями, в ходе которых студенты готовят индивидуальные проекты. Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки материалов и литературы для успешного выполнения проекта.

Форма текущего контроля знаний – посещение лекционных занятий, работа студента на практических занятиях, подготовка реферативных докладов. Итоговая форма контроля знаний по дисциплине – экзамен.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю). (при необходимости)**

**8.1 Перечень информационных технологий.**

- Используются электронные презентации при проведении лекционных и практических занятий
- Проверка домашних заданий и консультирование может осуществляться посредством электронной почты

**8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

- Microsoft Office

**8.3 Перечень информационных справочных систем:**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru/)

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|---|---|---|
| 1. | Лекционные занятия | Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью |
| 2. | Лабораторные занятия | Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации | Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации |
| 5. | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |