

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

21 мая 2019 г.

Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Долгачев Николай Иванович, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование**

|                          |                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------|
| Специальность:           | 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог |
| Специализация:           | Локомотивы                                 |
| Квалификация выпускника: | Инженер путей сообщения                    |
| Форма обучения:          | очно-заочная                               |
| Год начала подготовки    | 2016                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании<br/>Учебно-методической комиссии института<br/>Протокол № 9<br/>20 мая 2019 г.<br/>Председатель учебно-методической<br/>комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 10<br/>15 мая 2019 г.<br/>Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">О.Е. Пудовиков</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5214  
Подписал: Заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич  
Дата: 15.05.2019

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» ставит своей целью изучение студентами принципов и методов математического моделирования, умение разработки и решение математических моделей реальных объектов и процессов с использованием современных средств вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ.

Задачи дисциплины:

- ? изучение основных подходов к построению и анализу математических моделей, общих для различных областей знания, не зависящих от конкретной специфики;
- ? изучение типов различных математических моделей и их свойств;
- ? формирование представлений о принципах и методах разработки различных математических моделей;
- ? изучение студентами математических методов: аналитических (точных) и численных (приближённых) для решения инженерных задач с помощью математических моделей;
- ? приобретение студентами практических навыков разработки адекватных математических моделей железнодорожной направленности, а также их алгоритмизации и программирования;
- ? научить студентов правильному анализу результатов, полученных в процессе вычислительного эксперимента.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Математическое моделирование" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| №<br>п/п | Код и название компетенции                                                                                                                                                                                                                        | Ожидаемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | ОПК-1 способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;                                                                                                                    | <p>Знать и понимать: основы теории математического моделирования.</p> <p>Уметь: разрабатывать сложные математические модели, определять цель математического эксперимента.</p> <p>Владеть: навыками подготовки математической модели в зависимости от глубины и широты моделирования объекта.</p>                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2        | ПК-22 способностью проводить научные исследования и эксперименты, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе существующих научных концепций отдельные явления и процессы с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; | <p>Знать и понимать: технические и программные средства реализации математических моделей, современные языки программирования, программное обеспечение и технологии программирования.</p> <p>Уметь: применять типовые программные средства Microsoft Office, а также ориентироваться в выборе программного обеспечения в зависимости от поставленной задачи.</p> <p>Владеть: компьютером как средством решения сложных математических моделей, основными методами работы на персональном компьютере с прикладными программными средствами.</p> |
| 3        | ПК-23 способностью выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.                                                                                     | <p>Знать и понимать: основные научные термины и определения.</p> <p>Уметь: использовать научные концепции для описания объекта исследования.</p> <p>Владеть: навыками систематизации объектов по целям исследования, формулирования результата по проведённому анализу полученных результатов</p>                                                                                                                                                                                                                                              |

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ**

##### **4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:**

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### **4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы                                                 | Количество часов        |           |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|
|                                                                    | Всего по учебному плану | Семестр 8 |
| Контактная работа                                                  | 28                      | 28,15     |
| Аудиторные занятия (всего):                                        | 28                      | 28        |
| В том числе:                                                       |                         |           |
| лекции (Л)                                                         | 14                      | 14        |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)              | 14                      | 14        |
| Самостоятельная работа (всего)                                     | 80                      | 80        |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:                               | 108                     | 108       |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:                            | 3.0                     | 3.0       |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | ПК2, ТК                 | ПК2, ТК   |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                     | Зачет                   | Зачет     |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины                                                                                                                                                                                   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|-------|-----|----|-------|-----------------------------------------------------------------|
|       |         |                                                                                                                                                                                                                    | Л                                                                     | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |                                                                 |
| 1     | 2       | 3                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                                     | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10                                                              |
| 1     | 8       | Раздел 1<br>Общие сведения о моделировании и моделях                                                                                                                                                               | 4                                                                     |    |       |     | 21 | 25    |                                                                 |
| 2     | 8       | Тема 1.4<br>Разработка математической модели в процессе проектирования объекта. Процесс моделирования вновь создаваемого объекта. Последовательность математического моделирования. Схема изучения свойств модели. | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ТК                                                              |
| 3     | 8       | Раздел 2<br>Математическое моделирование тяговых электрических машин                                                                                                                                               | 2/1                                                                   |    |       |     | 20 | 22/1  |                                                                 |
| 4     | 8       | Тема 2.1<br>Математическое моделирование асинхронных электродвигателей                                                                                                                                             | 1                                                                     |    |       |     |    | 1     |                                                                 |
| 5     | 8       | Тема 2.2<br>Математическое моделирование электрических двигателей последовательного возбуждения                                                                                                                    | 1/1                                                                   |    |       |     |    | 1/1   |                                                                 |
| 6     | 8       | Раздел 3<br>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений                                                                                                                                       | 4                                                                     | 8  |       |     | 20 | 32    |                                                                 |
| 7     | 8       | Тема 3.1<br>Методы, основанные на представлении решения в виде рядов Тейлора. Представление дифференциального уравнения высокого порядка в форме Коши. Метод рядов Тейлора.                                        | 1                                                                     |    |       |     |    | 1     |                                                                 |
| 8     | 8       | Тема 3.2<br>Метод Эйлера для численного решения дифференциальных уравнений. Представление метода Эйлера в виде аналитических выражений. Графическое представление метода Эйлера.                                   | 1                                                                     |    |       |     |    | 1     |                                                                 |
| 9     | 8       | Тема 3.3<br>Метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Аналитическое представление метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Графическое представление метода.                                                                   | 1                                                                     |    |       |     |    | 1     |                                                                 |
| 10    | 8       | Тема 3.4<br>Модифицированный метод                                                                                                                                                                                 | 1                                                                     |    |       |     |    | 1     | ПК2                                                             |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины                                                                                                                                                                    | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |      |       |     |    |        | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>и промежу-<br>точной<br>аттестации |
|----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|-------|-----|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |         |                                                                                                                                                                                                     | Л                                                                     | ЛР   | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего  |                                                                                     |
| 1        | 2       | 3                                                                                                                                                                                                   | 4                                                                     | 5    | 6     | 7   | 8  | 9      | 10                                                                                  |
|          |         | Эйлера                                                                                                                                                                                              |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 11       | 8       | Раздел 4<br>Системы автоматизированного проектирования (САПР)                                                                                                                                       | 4/5                                                                   | 6/6  |       |     | 19 | 29/11  |                                                                                     |
| 12       | 8       | Тема 4.1<br>САПР в машиностроении. Типы систем автоматизированного проектирования.                                                                                                                  | 1/1                                                                   |      |       |     |    | 1/1    |                                                                                     |
| 13       | 8       | Тема 4.2<br>История развития САПР. Создание САПР. Развитие САПР от CAD до CAE систем.                                                                                                               | 1                                                                     |      |       |     |    | 1      |                                                                                     |
| 14       | 8       | Тема 4.3<br>Уровни программного обеспечения. Системы автоматизированного проектирования различного уровня: лёгкие, средние и тяжёлые САПР.                                                          | 1/2                                                                   |      |       |     |    | 1/2    |                                                                                     |
| 15       | 8       | Тема 4.4<br>Основные принципы работы в системах автоматизированного проектирования.                                                                                                                 | 1/2                                                                   |      |       |     |    | 1/2    | Зачет                                                                               |
| 16       |         | Раздел 1<br>Общие сведения о моделировании и моделях                                                                                                                                                |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 17       |         | Тема 1.1<br>Понятие о моделировании. Геометрическое, физическое, математическое моделирование. Понятия математического моделирования и математической модели.                                       |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 18       |         | Тема 1.2<br>Уровни математического моделирования. Микро-, макро- и метауровни математического моделирования. Примеры использования и области применения.                                            |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 19       |         | Тема 1.3<br>Процесс разработки математической модели. Основные вопросы, решаемые при разработке математической модели. Процесс моделирования. Оценка полученных результатов. Корректировка моделей. |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 20       |         | Всего:                                                                                                                                                                                              | 14/6                                                                  | 14/6 |       |     | 80 | 108/12 |                                                                                     |

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

| №<br>п/п | №<br>семестра | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины                                                      | Наименование занятий                                                                                            | Всего ча-<br>сов/ из них<br>часов в<br>интерак-<br>тивной<br>форме |
|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2             | 3                                                                                        | 4                                                                                                               | 5                                                                  |
| 1        | 8             | РАЗДЕЛ 3<br>Численные методы<br>решения<br>обыкновенных<br>дифференциальных<br>уравнений | Моделирование электрического прибора (на<br>примере диода или тиристора)                                        | 2                                                                  |
| 2        | 8             | РАЗДЕЛ 3<br>Численные методы<br>решения<br>обыкновенных<br>дифференциальных<br>уравнений | Математическая модель асинхронного<br>электродвигателя                                                          | 2                                                                  |
| 3        | 8             | РАЗДЕЛ 3<br>Численные методы<br>решения<br>обыкновенных<br>дифференциальных<br>уравнений | Модель электрического двигателя постоянного<br>тока с последовательным возбуждением                             | 4                                                                  |
| 4        | 8             | РАЗДЕЛ 4<br>Системы<br>автоматизированного<br>проектирования<br>(САПР)                   | Разработка модели узла механической части<br>подвижного состава                                                 | 2 / 2                                                              |
| 5        | 8             | РАЗДЕЛ 4<br>Системы<br>автоматизированного<br>проектирования<br>(САПР)                   | Разработка модели и расчёт напряжённо-<br>деформированного состояния колёсно-<br>редукторного блока электровоза | 4 / 4                                                              |
| ВСЕГО:   |               |                                                                                          |                                                                                                                 | 14/6                                                               |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) планом не предусмотрены.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Преподавание дисциплины «Математическое моделирование» осуществляется в форме лекций и лабораторных занятий.

Лекции проводятся в традиционной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), а также с использованием интерактивных (диалоговых) технологий.

Лабораторные занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения, проводятся в компьютерном классе согласно тематике, приведенной в разделе 4.4.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 15 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (основные приемы работы в текстовом и табличном процессорах, подготовка презентаций, основы алгоритмизации и программирования) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как защита лабораторных работ, индивидуальные и групповые опросы, решение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| №<br>п/п | №<br>семестра | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины                                                      | Вид самостоятельной работы студента.<br>Перечень учебно-методического<br>обеспечения для самостоятельной работы                               | Всего<br>часов |
|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1        | 2             | 3                                                                                        | 4                                                                                                                                             | 5              |
| 1        | 8             | РАЗДЕЛ 1<br>Общие сведения о<br>моделировании и<br>моделях                               | Изучение теоретического материала по<br>математическому моделированию                                                                         | 21             |
| 2        | 8             | РАЗДЕЛ 2<br>Математическое<br>моделирование<br>тяговых<br>электрических машин            | Изучение параметров и разработка<br>математических моделей тяговых<br>электрических машин                                                     | 20             |
| 3        | 8             | РАЗДЕЛ 3<br>Численные методы<br>решения<br>обыкновенных<br>дифференциальных<br>уравнений | Исследование точности решения<br>дифференциальных уравнения различными<br>численными методами                                                 | 20             |
| 4        | 8             | РАЗДЕЛ 4<br>Системы<br>автоматизированного<br>проектирования<br>(САПР)                   | Изучение программной среды. Построение<br>моделей. Навыки работы с программными<br>средами для построения и расчёта<br>математической модели. | 19             |
| ВСЕГО:   |               |                                                                                          |                                                                                                                                               | 80             |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

| №<br>п/п | Наименование                                                             | Автор (ы)                                                                                           | Год и место издания<br>Место доступа | Используется<br>при изучении<br>разделов, номера<br>страниц |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1        | Введение в математическое моделирование. Учебное пособие                 | В.Н.Ашихмин,<br>М.Б.Гитман,<br>О.Б.Наймарк и др.                                                    | М.: Логос, 2008                      | Все разделы                                                 |
| 2        | Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие | Аверченков В.И.,<br>Федоров В.П., Хейфец<br>М.Л.                                                    | М.: Флинта, 2011                     | Все разделы                                                 |
| 3        | Элементы теории математических моделей                                   | Мышкис А.Д.                                                                                         | М.: КомКнига, 2007                   | Все разделы                                                 |
| 4        | Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов       | Тарасик В.П.                                                                                        | Мн.: Дизайн-ПРО,<br>2004             | Все разделы                                                 |
| 5        | Вычисления в MathCad 12                                                  | Гурский Д.А., Турбина<br>Е.С.                                                                       | СПб.: Питер, 2006                    | Все разделы                                                 |
| 6        | Математическое моделирование в среде MathCad                             | Михаилиди Константин<br>Георгиевич; Долгачев<br>Николай Иванович;<br>Чернышов                       | МИИТ, 2005<br>НТБ (уч.6)             | 68с. Часть 1                                                |
| 7        | Математическое моделирование в среде MathCad                             | Михаилиди Константин<br>Георгиевич; Долгачев<br>Николай Иванович;<br>Чернышов Леонид<br>Анатольевич | МИИТ, 2005<br>НТБ (уч.6)             | 88с. Часть 3                                                |

### 7.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Наименование                                                                             | Автор (ы)                                                                     | Год и место издания<br>Место доступа  | Используется<br>при изучении<br>разделов, номера<br>страниц |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 8        | Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab                          | Поршнева С.В.                                                                 | М.: Горячая линия -<br>Телеком, 2008  | Все разделы                                                 |
| 9        | Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/ SIMULINK. | Васильев В.В., Симак<br>Л.А., Рыбникова А.М.                                  | К.: НАН Украины,<br>2008              | Все разделы                                                 |
| 10       | Правила тяговых расчётов для поездной работы                                             |                                                                               | М.: Транспорт, 1985                   | Все разделы                                                 |
| 11       | Математические модели в точных и гуманитарных науках                                     | Зайцев В.Ф.                                                                   | СПб: ООО<br>«Книжный дом»,<br>2006    | Все разделы                                                 |
| 12       | Математическое моделирование в среде MathCad                                             | Михаилиди Константин<br>Георгиевич; Долгачев<br>Николай Иванович;<br>Чернышов | МИИТ, 2005<br>НТБ (уч.6)              | 60 с. Часть 2                                               |
| 13       | MathCad 12 для студентов и инженеров.                                                    | Очков В.Ф.                                                                    | СПб.: БХВ-<br>Петербург, 2005         | Все разделы                                                 |
| 14       | Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0.                                          | Курицкий Б.Я.                                                                 | СПб.: ВHV - Санкт-<br>Петербург, 2007 | Все разделы                                                 |

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Базы данных и информационно-справочные системы:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)

<http://www.fcior.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»

<http://school-collection.edu.ru/>

Поисковые системы: Yandex, Google, Yahoo!, Rambler.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

ОС MS Windows XP или Vista, MS Office 2007, MS VBA, MathLab, MathCad.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Сетевой компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами на платформе IBM PC. Канал связи с Интернетом со скоростью не менее 5 мбит/сек.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**