

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.09.2023 11:44:17

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Цифровые двойники в металлургии

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Цифровые двойники в промышленности

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 4

аудиторные занятия

26

самостоятельная работа

118

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 10      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 9       | 9   | 9     | 9   |
| Практические                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 26      | 26  | 26    | 26  |
| Контактная работа                         | 26      | 26  | 26    | 26  |
| Сам. работа                               | 118     | 118 | 118   | 118 |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Богатырева Елена Владимировна*

Рабочая программа

**Цифровые двойники в металлургии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.03 Прикладная информатика, 09.04.03-МПИ-22-4.plx Цифровые двойники в промышленности, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.03 Прикладная информатика, Цифровые двойники в промышленности, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра цветных металлов и золота**

Протокол от 24.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | формирование у обучающихся способностей использовать технологии  |
| 1.2 | цифрового моделирования объектов профессиональной деятельности, обучение методам и приемам, получение практических навыков имитационного моделирования технологических процессов металлургии |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |              |
|------------|---|--------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.1.ДВ.01 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |              |
| 2.1.1      | Визуализация данных   |              |
| 2.1.2      | Дополненная реальность  |              |
| 2.1.3      | Жизненный цикл программного обеспечения   |              |
| 2.1.4      | Компьютерное моделирование сложных систем   |              |
| 2.1.5      | Технология разработки цифровых двойников технологических процессов горной и нефтегазовой промышленности               |              |
| 2.1.6      | Элементы визуализации цифровых двойников производства   |              |
| 2.1.7      | Интеллектуальный анализ данных  |              |
| 2.1.8      | Компьютерное проектирование и моделирование цифровых электронных схем   |              |
| 2.1.9      | Научно-исследовательская работа   |              |
| 2.1.10     | Производственная практика   |              |
| 2.1.11     | Цифровое представление физических производственных элементов  |              |
| 2.1.12     | Цифровые технологии трансформации бизнеса   |              |
| 2.1.13     | Моделирование и анализ бизнес-процессов   |              |
| 2.1.14     | Организация и технология научных исследований и педагогической деятельности   |              |
| 2.1.15     | Управление человеческими ресурсами в проектной деятельности   |              |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |              |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |
|--|
| <b>ПК-1: Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению цифровых двойников производств</b>   |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-1-31 основные алгоритмы разработки цифровых двойников металлургических процессов  |
| <b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| УК-2-У1 интегрировать знания и принимать решения при разработке имитационных моделей металлургических процессов  |
| <b>ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| ОПК-1-В1 навыком разработки численных моделей процессов металлургии  |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                              | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Цифровая трансформация металлургического производства</b> |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|  |   |   |    |                      |                         |  |     |    |
|--|---|---|----|----------------------|-------------------------|--|-----|----|
| 1.1  | Подходы к цифровой трансформации на металлургических предприятиях. Основные факторы для создания плана цифровой трансформации /Лек/ | 4 | 1  | ПК-1-31              | Л1.1<br>Э1              |  |     |    |
| 1.2  | Цифровые двойники в промышленности. Классификация. Компоненты цифровой трансформации. Подходы к построению цифровых двойников /Лек/ | 4 | 2  | ПК-1-31              | Э3                      |  |     |    |
| 1.3  | Моделирование процесса плавки в жидкой ванне (печи Ванюкова) /Пр/   | 4 | 2  | УК-2-У1              | Л3.1<br>Э4              |  | КМ1 |    |
| 1.4  | Подготовка к практическим занятиям /Ср/   | 4 | 38 | УК-2-У1              | Э6                      |  |     | Р2 |
| <b>Раздел 2. Цифровое проектирование и моделирование технологических процессов металлургии</b> |   |   |    |                      |                         |  |     |    |
| 2.1  | Технологии цифровых двойников. Ключевые особенности цифровых двойников /Лек/  | 4 | 2  | ПК-1-31              | Э1 Э2                   |  |     |    |
| 2.2  | Типы моделирования цифровых двойников /Лек/   | 4 | 2  | ПК-1-31              | Л2.5 Л2.7               |  |     |    |
| 2.3  | Примеры интеллектуальных решений для металлургических предприятий /Лек/   | 4 | 2  | ПК-1-31              |                         |  | КМ2 |    |
| 2.4  | Описание математической модели кинетики химических реакций /Пр/   | 4 | 4  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Л2.6                    |  |     | Р3 |
| 2.5  | Описание гидродинамической модели /Пр/  | 4 | 3  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Л2.4<br>Э3              |  |     | Р3 |
| 2.6  | Разработка замкнутой динамической модели. Выбор и описание метода оптимизации /Пр/  | 4 | 2  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Л2.8                    |  |     | Р3 |
| 2.7  | Постановка задачи оптимального управления процессом. Разработка экспертной системы управления процессом /Пр/                        | 4 | 2  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Л3.2 Л3.3<br>Э4         |  |     | Р3 |
| 2.8  | Постановка задачи построения управляющей модели в нечеткой среде. Элементы теории нечетких множеств /Пр/                            | 4 | 2  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 |                         |  |     | Р1 |
| 2.9  | Элементы теории планирования эксперимента. Разработка алгоритма нечеткого управления плавкой в печи Ванюкова /Пр/                   | 4 | 2  | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э5 |  | КМ3 |    |
| 2.10   | Подготовка к практическим занятиям /Ср/   | 4 | 80 | УК-2-У1 ОПК<br>-1-В1 | Э5 Э6                   |  |     | Р3 |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

| <b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b> |                         |                                    |   |
|---|-------------------------|------------------------------------|---|
| Код КМ  | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки  |
| КМ1   | Контрольная работа №1   | ПК-1-31                            | <p>Вопросы к контрольной работе №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика понятия «данные».</li> <li>2. Характеристика понятия «информация».</li> <li>3. Характеристика понятия «знания».</li> <li>4. Характеристика понятия «информационные технологии».</li> <li>5. Характеристика понятия «информационные системы».</li> <li>6. Характеристика понятия «цифровая экономика».</li> <li>7. Значение цифровой трансформации экономики для современного общества.</li> <li>8. Психологические, социальные, экономические, правовые, кадровые, организационные и другие аспекты цифровой трансформации экономики.</li> <li>9. Цифровая трансформация современных предприятий.</li> <li>10. Нормативные правовые акты, регулирующие развитие цифровой экономики.</li> <li>11. Национальная программа «Цифровая экономика РФ».</li> <li>12. Основные направления проекта «Цифровые двойники в промышленности».</li> <li>13. Характерные особенности проекта «Цифровые двойники в промышленности».</li> <li>14. Понятие цифровых технологий.</li> <li>15. Назначение цифровых технологий.</li> </ol> |
| КМ2   | Контрольная работа №2   | ПК-1-31                            | <p>Вопросы к контрольной работе №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимается под объектом моделирования?</li> <li>2. Что такое гипотеза в моделировании?</li> <li>3. Дайте определение модели.</li> <li>4. Что такое математическая модель?</li> <li>5. Приведите пример аналогии в физических процессах.</li> <li>6. Дайте классификацию процессов как объектов моделирования.</li> <li>7. Чем отличаются стохастические процессы от детерминированных?</li> <li>8. Опишите постановку задачи моделирования в общем виде.</li> <li>9. Дайте общую классификацию математических моделей.</li> <li>10. Какова структура модели математического программирования?</li> <li>11. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования?</li> <li>12. В чем состоит различие между линейными и нелинейными моделями?</li> <li>13. В каких случаях используется корреляционный коэффициент, а в каких – корреляционное отношение как критерий адекватности модели?</li> <li>14. Дайте классификацию моделируемых процессов по характеру протекания.</li> </ol>                     |

| КМЗ   | Контрольная работа №3  | ПК-1-31                            | <p>Вопросы к контрольной работе №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия метода моделирования.</li> <li>2. Моделирование и модели.</li> <li>3. Модели материальные и мысленные.</li> <li>4. Математические модели.</li> <li>5. Основные требования к процессу моделирования.</li> <li>6. Экономичность/. Продуктивность.</li> <li>7. Способы моделирования.</li> <li>8. Моделирование переходных процессов.</li> <li>9. Математическое моделирование.</li> <li>10. Параметры математической модели.</li> <li>11. Физическое моделирование.</li> <li>12. Метод физического моделирования, области применения.</li> <li>13. Математическое моделирование.</li> <li>14. Сущность и цели математического моделирования объектов металлургических процессов.</li> <li>15. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза металлургических процессов.</li> <li>16. Моделирование схемы технологического процесса.</li> <li>17. Применение различных приемов моделирования.</li> <li>18. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический, их возможность и сфера использования.</li> <li>19. Металлургический процесс как система.</li> <li>20. Основные элементы металлургических процессов.</li> <li>21. Схема внешних связей химико-технологического процесса.</li> <li>22. Контролируемые и неконтролируемые факторы.</li> <li>23. Подходы к описанию металлургического процесса как системы (структурный и эмпирический).</li> <li>24. Структура математического описания при структурном подходе.</li> <li>25. Иерархическая структура математической модели.</li> <li>26. Эмпирические модели.</li> <li>27. Математические модели нестационарных процессов.</li> <li>28. Некоторые особенности моделей и задач математического моделирования.</li> <li>29. Параметры модели.</li> </ol> |
|---|--|------------------------------------|--|
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |  |                                    |  |
| Код работы  | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы  |
| P1  | Домашнее задание   | УК-2-У1;ОПК-1-В1                   | <p>Тип технологического процесса выдается преподавателем индивидуально каждому обучающемуся</p> <p>Задание</p> <p>Составить математическую модель заданного технологического процесса</p>  |
| P2  | Практическое занятие к разделу "Цифровая трансформации металлургического производства"                         | УК-2-У1;ОПК-1-В1                   | <p>Моделирование процесса плавки в жидкой ванне (печи Ванюкова).</p> <p>Постановка задачи, основные этапы.</p>   |
| P3  | Практические занятия к разделу "Цифровое проектирование и моделирование технологических процессов металлургии" | УК-2-У1;ОПК-1-В1                   | <p>Описание математической модели кинетики химических реакций.</p> <p>Описание гидродинамической модели.</p> <p>Разработка замкнутой динамической модели. Выбор и описание метода оптимизации.</p> <p>Постановка задачи оптимального управления процессом.</p> <p>Разработка экспертной системы управления процессом.</p>  |
| <b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>                          |  |                                    |  |
| экзамен не предусмотрен   |  |                                    |  |

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

По курсу предусмотрен зачет. Зачет проставляется на основе сданных в срок семестровых контрольных мероприятий и успешного посещения занятий

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год  |
|------|---------------------|--|------------------------|--------------------|
| Л1.1 |                     | Цифровая трансформация: IoT, AI, VR, Big Dat: сборник докладов XII международной студенческой научно-практической конференции: материалы конференций | Электронная библиотека | Москва: Дело, 2019 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год  |
|------|--|---|------------------------|--|
| Л2.1 | Сафин Р. Г.,<br>Тимербаев Н. Ф.,<br>Иванов А. И.   | Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие   | Электронная библиотека | Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013 |
| Л2.2 | Лопатин В. Ю.  | Организация и планирование эксперимента: учеб. пособие  | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1996  |
| Л2.3 | Лопатин В. Ю.  | Организация и планирование эксперимента: учеб. пособие  | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1996  |
| Л2.4 | Шевакин Ю. Ф.,<br>Аношкин Н. Ф.,<br>Бондарев Б. И.,<br>Бабочкин А. М., др.<br>Г. И., Эскин | Металлургия цветных металлов и сплавов  | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1998  |
| Л2.5 | Щербаков В. А.,<br>Тимофеев А. Н.,<br>Крестьянский Д. В.                                   | Математическое моделирование металлургических процессов: лаб. практикум для спец. 'Автоматизация металлург. пр-ва' (0635) и 'Металлургия черных металлов' (0401)  | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1978  |
| Л2.6 | Коршунов Б. Г.,<br>Ракова Н. Н.,<br>Кулифеев В. К., др. Б.<br>Г., Коршунов                 | Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: Раздел: Расчет аппаратуры в технологии редких металлов: Пособие для курс. и дипл. проектирования для студ. спец. 0402                                       | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1983  |
| Л2.7 | Шапировский М. Р.,<br>Миткевич Ю. Д.,<br>Шапкарина Г. Г.                                   | Математическое моделирование металлургических процессов: Лаб. практикум для студ. спец. 0635 'Автоматизация и комплексная механизация металлург. пр-ва', специализ. 'Автоматизация пр-ва цвет. и редких металлов' | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1980  |
| Л2.8 | Родников А. Г.,<br>Забаринская Л. П.,<br>Рашидов В. П.,<br>Сергеева Н. А.                  | Геодинамические модели глубинного строения регионов природных катастроф активных континентальных окраин: научно-популярное издание  | Электронная библиотека | Москва: Научный мир, 2014  |

**6.1.3. Методические разработки**

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека       | Издательство, год     |
|------|---|--|------------------|-----------------------|
| ЛЗ.1 | Ванюков А. В.,<br>Быстров В. П.,<br>Васкевич А. Д., др.,<br>Ванюков А. В. | Плавка в жидкой ванне  | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1988 |
| ЛЗ.2 | Юрченко В. В.   | Методы искусственного интеллекта и экспертные системы: Разд.:<br>Естественный интеллект и его моделирование: курс лекций для студ. спец. 22.02 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1992       |
| ЛЗ.3 | Сириченко А. В.   | Интеллектуальные системы контроля и управления.<br>Экспертные системы (N 3905): практикум  | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 2020     |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт  | <a href="http://digital-economy.ru/">http://digital-economy.ru/</a>                                 |
| Э2 | Григорьев И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию | <a href="https://www.anylogic.ru/">https://www.anylogic.ru/</a>                                     |
| Э3 | Система справочной документации AnyLogic.   | <a href="https://help.anylogic.ru/">https://help.anylogic.ru/</a>                                   |
| Э4 | Библиотека учебной и научной литературы   | <a href="http://www.vusnet.ru/biblio/">http://www.vusnet.ru/biblio/</a>                             |
| Э5 | Книжная поисковая система   | <a href="http://eboogle.net/">http://eboogle.net/</a>   |
| Э6 | Статсофт. База примеров   | <a href="http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/">http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/</a> |
| Э7 | Цветные металлы. Москва.  | <a href="http://www.rudmet.ru/">http://www.rudmet.ru/</a>   |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                  |
|-----|------------------|
| П.1 | Microsoft Office |
| П.2 | LMS Canvas       |
| П.3 | MS Teams         |
| П.4 | Python           |
| П.5 | MATLAB           |
| П.6 | MATCAD           |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:  |
| И.2 | Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>  |
| И.3 | Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a> |
| И.4 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):   |
| И.5 | аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>    |
| И.6 | аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>                            |
| И.7 | наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>                           |
| И.8 | научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>                        |
| И.9 | Электронный ресурс   |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                               | Назначение   | Оснащение   |
|------------------------------------|--|---|
| Любой корпус<br>Учебная аудитория  | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест  |
| Любой корпус<br>Компьютерный класс | Учебная аудитория для проведения практических занятий:   | экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office |

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
| Читальный зал №3 (Б) |  | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |
|----------------------|--|--|

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Организация занятий направлена на изучение студентами общих вопросов изучаемого курса.

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;

- использование при проведении занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим и требует значительного объема самостоятельной работы.

Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину.