

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 26.05.2026 19:09:15  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
**Новотроицкий филиал**

Приложение 4

к ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Машины и технологии обработки металлов давлением

## Рабочая программа дисциплины

# Цифровые двойники в машиностроительном производстве

|                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
| Закреплена за подразделением | <b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>                   |   |
| Направление подготовки       | 15.03.02 Технологические машины и оборудование  |   |
| Образовательная программа    | 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Машины и технологии обработки металлов давлением |   |
| Квалификация                 | <b>Бакалавр</b>   |   |
| Форма обучения               | <b>очная</b>  |   |
| Общая трудоемкость           | <b>4 ЗЕТ</b>  | Виды контроля в семестрах:                      |
| Часов по учебному плану      | <b>144</b>  | <b>экзамен 8</b><br><b>контрольная работа 8</b> |

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на курсе>) | 8 (4.2)   |     | Итого |     |
|--|-----------|-----|-------|-----|
|  | Неделя 10 |     |       |     |
| Вид занятий                            | уп        | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                 | 18        | 18  | 18    | 18  |
| Практические                           | 36        | 36  | 36    | 36  |
| Итого ауд.                             | 54        | 54  | 54    | 54  |
| Контактная работа                      | 54        | 54  | 54    | 54  |
| Сам. работа                            | 63        | 63  | 63    | 63  |
| В том числе сам. работа в рамках ФОС   |           | 30  |       |     |
| Часы на контроль                       | 27        | 27  | 27    | 27  |
| Итого                                  | 144       | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Лактюшин А.А.*

Рабочая программа дисциплины

### **Цифровые двойники в машиностроительном производстве**

Составлен на основании учебного плана:

15.03.02\_24\_Технологич. машины и оборудование\_МиТОМД.rlx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование Машины и технологии обработки металлов давлением протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Формирование теоретических и практических знаний в области применения основных информационных технологий в условиях цифровизации промышленности. |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.07 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Метрология, стандартизация, сертификация  |            |
| 2.1.2      | Основы технологии машиностроения  |            |
| 2.1.3      | Допуски и технические измерения   |            |
| 2.1.4      | Компьютерная графика  |            |
| 2.1.5      | Теория механизмов и машин   |            |
| 2.1.6      | Прокатное производство  |            |
| 2.1.7      | Машины и агрегаты металлургического производства  |            |
| 2.1.8      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)  |            |
| 2.1.9      | Производственная практика   |            |
| 2.1.10     | Основы проектирования   |            |
| 2.1.11     | Металлургические технологии   |            |
| 2.1.12     | Основы трибологии и триботехники  |            |
| 2.1.13     | Основы теории трения и изнашивания  |            |
| 2.1.14     | Гидравлическое и пневматическое оборудование цехов ОМД  |            |
| 2.1.15     | Гидропривод и гидро-, пневмоавтоматика цехов ОМД  |            |
| 2.1.16     | САПР в металлургическом машиностроении  |            |
| 2.1.17     | Моделирование процессов ОМД с использованием современных программных продуктов  |            |
| 2.1.18     | Основы моделирования процессов обработки металлов давлением   |            |
| 2.1.19     | Современные методы проектирования оборудования металлургического производства   |            |
| 2.1.20     | Электрооборудование и электроавтоматика цехов ОМД   |            |
| 2.1.21     | Электрооборудование и электроавтоматика машиностроительных заводов  |            |
| <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>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>   |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ОПК-12-31 Методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования   |  |
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ПК-6-31 Методы контроля качества изделий и объектов в сфере ОМД.  |  |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>  |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ПК-7-31 Методы структурного и математического моделирования механизмов и машин, основные закономерности преобразования кинематических и динамических параметров в машинах и механизмах ОМД  |  |
| <b>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>   |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| ОПК-12-У1 Применять методы эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности   |  |

|   |
|---|
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПК-6-У1 Методы проведения анализа причин нарушений технологических процессов в ОМД.   |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>  |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПК-7-У1 Анализировать структуру, кинематику и динамику различного типа механизмов ОМД.  |
| <b>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-12-В1 Методами проектирования с учётом надёжности работы оборудования   |
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-6-В1 Навыками проведения контроля качества изделий и объектов в сфере ОМД.   |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>  |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-7-В1 Методами структурного, кинематического и динамического синтеза оптимальных схем механизмов и машин ОМД.   |

#### 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. Раздел 1. Цифровые двойники в обработке металлов давлением.</b>   |                |       |   |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Введение. Задачи и основные понятия дисциплины. Информация как важнейший ресурс в производственных процессах машиностроения. /Лек/ | 8              | 2     | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31                                       | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3        |            |    |                    |
| 1.2         | Автоматизированные системы конструкторско-технологической подготовки производства. /Лек/   | 8              | 2     | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31                                       | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3        |            |    |                    |
| 1.3         | Автоматизация производственных процессов в машиностроении. /Лек/   | 8              | 2     | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31                                       | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3        |            |    |                    |
| 1.4         | Цифровой двойник производства /Лек/  | 8              | 2     | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31                                       | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3        |            |    |                    |
| 1.5         | Машиностроительные расчеты в Excel. /Пр/   | 8              | 4     | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3        |            |    |                    |

|      |  |   |    |   |                      |  |     |    |
|------|--|---|----|---|----------------------|--|-----|----|
| 1.6  | Поисковые системы Интернет и работа с прикладными справочно-информационными системами для машиностроения. /Пр/ | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 1.7  | Библиотеки и базы стандартных изделий Компас 3D для задач машиностроения. /Пр/                                 | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 1.8  | Стандарты и терминология, применяемые в сфере цифровых машиностроительных производств /Пр/                     | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 1.9  | Контрольная работа №1. /Пр/  | 8 | 2  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 1.10 | Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. /Ср/                         | 8 | 10 | ОПК-12-31<br>ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     | Р1 |
|      | <b>Раздел 2. Раздел 2.<br/>Цифровая трансформация<br/>в промышленности</b>                                     |   |    |   |                      |  |     |    |
| 2.1  | Цифровое производство и стратегия цифровизации /Лек/   | 8 | 4  | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31   | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.2  | Цифровая трансформация предприятий. Дорожная карта цифровизации машиностроительного предприятия. /Лек/         | 8 | 2  | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31   | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.3  | IoT платформы и подключаемые устройства /Лек/  | 8 | 2  | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31   | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.4  | MES системы управления производством /Лек/   | 8 | 2  | ОПК-12-31 ПК-7-31 ПК-6-31   | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.5  | Дорожная карта цифровизации машиностроительного предприятия. /Пр/  | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.6  | Организация производственного контроля в системе «Диспетчер» ГК «Цифра» /Пр/                                   | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1                                      | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.7  | Организация технического обслуживания и ремонта в системе «Диспетчер» ГК «Цифра» /Пр/                          | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 |    |

|  |  |   |    |   |                      |  |             |    |
|--|--|---|----|---|----------------------|--|-------------|----|
| 2.8  | МЭС система – задачи, функции, стандарты. /Пр/   | 8 | 4  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3         |    |
| 2.9  | Контрольная работа №2. /Пр/  | 8 | 2  | ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-У1<br>ПК-6-В1                           | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3         |    |
| 2.10   | Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Выполнение домашней работы. Подготовка к контрольной работе. /Ср/ | 8 | 23 | ОПК-12-31<br>ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |             | Р1 |
| <b>Раздел 3. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b> |  |   |    |   |                      |  |             |    |
| 3.1  | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/   | 8 | 20 | ОПК-12-31<br>ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ1,КМ2,КМ3 |    |
| 3.2  | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/   | 8 | 10 | ОПК-12-31<br>ОПК-12-У1<br>ОПК-12-В1<br>ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |             | Р1 |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|   |                        |                                    |   |
|---|------------------------|------------------------------------|---|
| КМ1   | Экзамен                | ОПК-12-31;ПК-6-31;ПК-7-31          | <p>Теоретические вопросы к экзамену: 1. Цифровые модели и двойники.</p> <p>2. Цифровое проектирование и конструирование.</p> <p>3. Цифровое производство.</p> <p>4. Технологии промышленного интернета вещей.</p> <p>5. Виртуальная и дополненная реальности в промышленности.</p> <p>6. Системы управления проектами.</p> <p>7. Вm-моделирование.</p> <p>8. Предпосылки Четвертой индустриальной революции. Элементы и технологии индустрии 4.0.</p> <p>9. Сложный инженерные объект.</p> <p>10. Основы работы в Autodesk Revit.</p> <p>11. Жизненный цикл сложного инженерного объекта.</p> <p>12. ЕСКД на разработку ТЗ, чертежей сложных инженерных объектов.</p> <p>13. Подготовка документации в Autodesk Revit.</p> <p>14 Автоматизированные системы конструкторской подготовки производства. 15. Автоматизированные системы технологической подготовки производства.</p> <p>16. Современные задачи автоматизации производственных процессов в машиностроении.</p> <p>17. Цифровой двойник производства.</p> <p>18. Информационно-справочные системы для машиностроения.</p> <p>19. Программы в Excel. для машиностроительных расчетов.</p> <p>20. Библиотеки и базы стандартных изделий Компас 3D.</p> <p>21. Гибкие автоматизированные производства.</p> <p>22. Роботизированные технологические комплексы механообработки.</p> <p>23. Оборудование для сбора данных о работе станков и агрегатов.</p> <p>24. Современные промышленные роботы для задач машиностроения.</p> <p>25 Цифровизация машиностроительного производства. Задачи и этапы.</p> <p>26. Стратегия цифровой трансформации предприятий машиностроения.</p> <p>27. Интернет вещей.</p> <p>28. Цифровая трансформация предприятий машиностроения.</p> <p>29. Дорожная карта цифровизации.</p> <p>30. ПоТ платформы в машиностроении.</p> <p>31. MES системы и их связи с другими системами.</p> <p>32. Производственный контроль в системе «Диспетчер» ГК «Цифра».</p> <p>33. Система «Диспетчер» ГК «Цифра», Задача Технического обслуживания и ремонта.</p> <p>34. Модель цифровой трансформации, решаемые задачи.</p> |
| КМ2   | Контрольная работа №1. | ОПК-12-31;ПК-6-31;ПК-7-31          | <p>Вопросы к контрольной работе № 1. 1. Цифровой двойник производства.</p> <p>2. Информационно-справочные системы для ОМД.</p> <p>3. Программы в Excel. для ОМД расчетов.</p> <p>4.Библиотеки и базы стандартных изделий Компас 3D.</p> <p>5.Гибкие автоматизированные производства.</p> <p>6.Роботизированные технологические комплексы механообработки. 7.Оборудование для сбора данных о работе станков и агрегатов. 8.Современные промышленные роботы для задач машиностроения.</p>   |
| КМ3   | Контрольная работа №2. | ОПК-12-31;ПК-6-31;ПК-7-31          | <p>Вопросы к контрольной работе № 2. 1. Цифровизация ОМД производства. Задачи и этапы.</p> <p>2. Стратегия цифровой трансформации предприятий ОМД.</p> <p>3. Интернет вещей.</p> <p>4. Цифровая трансформация предприятий ОМД.</p> <p>5. Дорожная карта цифровизации.</p> <p>6. ПоТ платформы в ОМД.</p> <p>7. MES системы и их связи с другими системами</p>   |
| <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   |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| Р1 | Контрольная работа на тему;"Выполнить bim-модель промышленного здания по индивидуальным размерам по чертежу в Autodesk Revit и подготовить комплект рабочей документации." | ОПК-12-У1;ОПК-12-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-7-У1;ПК-7-В1 | Выполнение домашнего задания осуществляется студентом самостоятельно в свободное от обучения время в соответствии с выданным вариантом и рекомендациями, указанными в методических указаниях. Выполненное и оформленное в соответствии с требованиями домашнее задание сдается на проверку на кафедру МТиО до начала экзаменационной сессии. |
|----|--|---|--|

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические и практические вопросы, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Moodle. Тесты для экзамена генерируются системой LMS Moodle из банка тестовых вопросов и заданий.

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1). Выполнение домашнего задания по теме «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» по вариантам.

2). Выполнение контрольных работ (в письменной форме) по вопросам

Ниже представлен образец билета экзамена.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №0

Дисциплина: «Цифровые двойники в ОМД»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1. Система «Диспетчер» ГК «Цифра», Задача Технического обслуживания и ремонта.

2. Подготовка документации в Autodesk Revit.

3. Провести расчет разъемного соединения в Excel по нагрузке.

Составил: доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

Дистанционно экзамен проводится в LMS Moodle. Экзаменационный тест содержит 20 заданий на решение которых отводится 20 минут.

1. Кто считается автором концепции цифрового двойника?

- Гидеон Гартнер

- Майкл Гривс (+)

- Клаус Шваб

- Джо Кэзер

2. Верификация подразумевает оценку соответствия между...

- Математической и структурной моделями

- Математической и численной моделями (+)

- Структурной и физической моделями

- Структурной и математической моделями

3. По данным опроса Gartner, проведенного в 2019 году, какое количество опрошенных организаций, реализующих IoT-проекты, уже используют технологии цифровых двойников?

- 13% (+)

- 52%

- 65%

- 90%

4. Что из перечисленного не является необходимым элементом для создания цифрового двойника согласно концепции Центра НТИ СПбПУ?

- «Best-in-class» технологии мирового уровня

- Системный инжиниринг

- Технологии дополненной реальности (+)

- Многоуровневая матрица требований / целевых показателей и ресурсных ограничений

5. Для обеспечения рациональной «балансировки» большого количества, зачастую «конфликтующих», характеристик проектируемого объекта применяют:

- Технологии управления жизненным циклом объекта (PLM)

- Цифровые тени (Digital Shadows)

- Многоуровневую матрицу требований / целевых показателей и ресурсных ограничений (+)

- Технологии цифрового проектирования (CAD)

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

1). Критерии оценки контрольных работ  
«Отлично» - за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, грамотное, логичное изложение ответа.  
«Хорошо» - если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности  
«Удовлетворительно» - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения  
«Неудовлетворительно» - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать

2). Критерии оценки домашних заданий  
«зачтено» - выполнены все пункты домашнего задания в соответствии с вариантом  
«не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно один или несколько пунктов домашнего задания, либо вариант задания не соответствует выданному

3). Критерии оценки экзамена устной форме:  
«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.  
«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.  
«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.  
«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

4). Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:  
«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                        | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год                    |
|------|--|--|------------|--------------------------------------|
| Л1.1 | А.Г. Схиртладзе, А.В. Скворцов, Д.А. Чмырь | Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий: учебник |            | Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017 |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год                      |
|------|---------------------|--|------------|--|
| Л2.1 | С.Г.Селиванов и др. | Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении: лабораторный практикум |            | Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022 |

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

|    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| Э1 | НФНИТУ"МИСИС"                             | www.nf.misis.ru       |
| Э2 | НЭБНИТУ"МИСИС"                            | www.elibrary.misis.ru |
| Э3 | Российская научная электронная библиотека | www.elibrary.ru       |

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| П.1 | WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcademicAP |
| П.2 | Компас 3D V24                         |
| П.3 | Microsoft Teams                       |
| П.4 | Zoom                                  |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение   | Вид | Оснащение  |
|------|--|-----|--|
| 211  | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий | Лек | 1 шт. - Компьютер в сборе;<br>1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ;<br>1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см;<br>22 шт. - Стол студенческий;<br>1 шт. - Стол преподавателя;<br>44 шт. - Стул. |
| 224  | Учебная лаборатория (компьютерный класс)                             | Пр  | 13 шт. - Компьютер в сборе;<br>1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ;<br>1 шт. - Интерактивная доска SMART Board Dual Touch;<br>1 шт. - Принтер Samsung 1640.  |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Программа дисциплины включает лекционные и практические занятия, а также выполнение реферата и домашнего задания. Индивидуальные темы рефератов и варианты домашних заданий выдаются на практических занятиях на 4-й неделе семестра, срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением рефератов и домашних заданий, проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием. Подготовка к выполнению рефератов и домашних заданий заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работ. Оформленное в соответствии со стандартами домашнее задание сдается на кафедру Metallurgical technologies and equipment. Работа считается выполненной, если она зачтена преподавателем, ведущим занятия.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно образовательной среды НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Moodle, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСИС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подружаемая для проверки, должна:- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников,

приложения (при необходимости);- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

- 8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;
- 9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;
- 10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет: - слушать лекции; - работать на практических занятиях; - быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото