



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Сварочные комплексы

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1025)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения

07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиТОДиМ, д-р техн. наук  Р.Р. Дема

Рецензент:

доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Ознакомление с концепцией цифровых двойников, применительно к машиностроительному производству

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Цифровые технологии в машиностроении входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория и технологические основы сварочных процессов

Учебная - научно-исследовательская работа

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Контроль качества сварных конструкций

Учебная - научно-исследовательская работа

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровые технологии в машиностроении» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен внедрять средства автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства
ПК-1.1	Разрабатывает предложения по внедрению автоматизации и механизации производственных процессов механосборочного производства

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 71,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Концепция цифровых двойников	2			2	14,5	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, практических работ	
1.2 Физические и физико-химические процессы в материалах				2	10	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, практических работ	
1.3 Физико-математические и эмпирические модели				2	13	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, практических работ	
1.4 Элементы цифровых двойников				2	16	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, практических работ	
1.5 Разработка и применение цифровых двойников				10	18,4	Самостоятельное изучение учебной и справочной литературы по рассматриваемой теме	Наличие конспектов лекций, практических работ	
1.6 Зачет				18				
Итого по разделу			18	18	71,9			

Итого за семестр		18	18	71,9		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18	71,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Цифровые двойники в машиностроительном производстве» используются:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Моделирование процессов обработки металлов давлением : учебное пособие [для вузов] / составители: В. А. Некит, С. И. Платов ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1857-3. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4212.pdf&show=dcatalogues/1/1536085/4212.pdf&view=true> (дата обращения: 28.05.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Зубарев, Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-4012-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207107> (дата обращения: 21.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Константинов, И. Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников. — 2-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 487 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-017926-1. - Текст : электронный. -

### **б) Дополнительная литература:**

1. Технология сварочных работ: теория и технология контактной сварки : учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. Ф. Катаев, В. С. Милютин, М. Г. Близник ; под научной редакцией М. П. Шалимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 146 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10927-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518116> (дата обращения: 26.05.2023).

2. Быковский, О. Г. Сварка и резка цветных металлов : учебное пособие / О.Г. Быковский, В.А. Фролов, В.В. Пешков. — Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2024. — 336 с. : ил. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Бакалавриат). - ISBN 978-5-98281-392-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2087265> (дата обращения: 21.05.2024). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации; видеопроектор, экран настенный, компьютер; тестовые задания для текущего контроля успеваемости.

Учебные аудитории для проведения практических занятий - компьютеры оснащенные средствами программирования, CAD/CAE проектирования

По дисциплине «Цифровые двойники» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение индивидуальных домашних заданий в форме рефератов.

***Примерные темы для КР:***

1. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция
2. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии
3. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД
4. Технологии математического моделирования и цифровых теней
5. ЦД, облака и периферийные вычисления
6. ЦД и новые человеко-машинные интерфейсы
7. ЦД и Блокчейн
8. Схема ЦД и роль составляющих технологий
9. ЦД и концепция MBSE
10. ЦД как интеграция этапов жизненного цикла изделия
11. Объединение ЦД в комплексных объектах и их взаимодействие
12. Классификация ЦД по уровню сложности
13. Классификация ЦД по уровню зрелости
14. Другие виды классификации и обобщенная схема
15. Трактовка термина «ЦД» в разных отраслях экономики
16. Границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе
17. Зарубежные поставщики ПО для построения ЦД
18. Зарубежные поставщики комплексных решений класса ЦД
19. Российские поставщики ПО для построения ЦД
20. Российские поставщики комплексных решений класса ЦД

***Примерные вопросы для устного опроса:***

1. Дайте определение понятию «цифровой двойник».
2. Назовите стадии процесса развития понятия «цифровой двойник».
3. Опишите инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюцию.
4. Как применяется ЦД для оптимизации изделия.
5. Опишите аддитивные технологии
6. Как используются технологии сбора и обработки данных для создания ЦД
7. В чем сущность технологии математического моделирования и цифровых теней
8. В чем состоит концепция ЦД, облака и периферийные вычисления
9. Какова взаимосвязь между ЦД и новыми человеко-машинными интерфейсами
10. Укажите взаимодействие между ЦД и Блокчейн
11. Постройте схему ЦД и опишите роль составляющих технологий
12. Как связаны ЦД и концепция MBSE
13. Опишите использование ЦД как интеграции этапов жизненного цикла изделия
14. Расскажите об объединении ЦД в комплексных объектах и их взаимодействие
15. Охарактеризуйте классификацию ЦД по уровню сложности
16. Постройте классификацию ЦД по уровню зрелости
17. Объясните другие виды классификации и обобщенную схему
18. Объясните трактовку термина «ЦД» в разных отраслях экономики
19. Опишите границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе
17. Каких зарубежных поставщиков ПО для построения ЦД вы знаете?
18. Каких зарубежных поставщиков комплексных решений класса ЦД вы знаете?
19. Перечислите российских поставщиков ПО для построения ЦД
20. Назовите российских поставщиков комплексных решений класса ЦД

**Для получения положительной оценки обучаемый должен будет выбрать подходящий программный инструмент и построить цифровой двойник какого-нибудь металлургического процесса или механизма.**

## Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Цифровые двойники» за семестр. Проводиться за 1 семестр в форме экзамена.

Для получения положительной оценки обучаемый должен будет построить цифровой двойник какого-нибудь металлургического процесса или механизма.

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов		
ОПК-5.1:	Разрабатывает математическое описание процессов машиностроения на основе математических и численных методов моделирования	Пример теоретических вопросов: <ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое цифровой двойник</li><li>2.Какими бывают цифровые двойники</li><li>3.Какие задачи решают цифровые двойники</li><li>4.Где применяют цифровых двойников</li><li>5.Как выглядит процесс создания цифрового двойника</li><li>6.Перспективы цифровых двойников</li></ol> Темы КР:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция</li> <li>2. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии</li> <li>3. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД</li> <li>4. Технологии математического моделирования и цифровых теней</li> </ol>
<p>ОПК-12: Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии</p>		
ОПК-12.1:	<p>Разрабатывает алгоритмы и применяет современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии</p>	<p>Пример теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какие задачи решают цифровые двойники</li> <li>2.Где применяют цифровых двойников</li> <li>3.Как выглядит процесс создания цифрового двойника</li> </ol> <p>Темы КР:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ЦД, облака и периферийные вычисления</li> <li>2. ЦД и новые человеко-машинные интерфейсы</li> <li>3. ЦД и Блокчейн</li> <li>4. Схема ЦД и роль составляющих технологий</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		5. ЦД и концепция MBSE 6. ЦД как интеграция этапов жизненного цикла изделия 7. Объединение ЦД в комплексных объектах и их взаимодействие
ОПК-12.2:	Формулирует цели, ставит задачи системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии	Пример теоретических вопросов: 1. Где применяют цифровых двойников 2. Как выглядит процесс создания цифрового двойника 3. Перспективы цифровых двойников Темы КР: 1. Классификация ЦД по уровню сложности 2. Классификация ЦД по уровню зрелости 3. Другие виды классификации и обобщенная схема 4. Трактовка термина «ЦД» в разных отраслях экономики 5. Границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе 6. Зарубежные поставщики ПО для построения ЦД 7. Зарубежные поставщики комплексных решений класса ЦД

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		8. Российские поставщики ПО для построения ЦД 9. Российские поставщики комплексных решений класса ЦД

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «неудовлетворительно» - «отлично».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Цифровые двойники».

**«Отлично»** – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

**«Хорошо»** - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

**«Удовлетворительно»** - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

**«Неудовлетворительно»** - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.