



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 ДВОЙНИКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы  
Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования

11.02.2021, протокол № 9

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПиЭММиО, канд. пед. наук \_\_\_\_\_ Т.В. Усатая

Рецензент:

гл. механик ООО НПЦ "Гальва", канд. пед. наук \_\_\_\_\_ В.А. Русанов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

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

Целью дисциплины является изучение применения основных информационных технологий в условиях цифровизации промышленности.

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

Дисциплина Цифровые двойники 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:

Проектная деятельность

Основы моделирования и конструирования в AutoCad

Технологическое предпринимательство

Моделирование в машиностроении

Основы работы в Autodesk Fusion 360

Промышленный дизайн

Информационные технологии

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

Реверсивный инжиниринг

САЕ-системы в машиностроении

Инжиниринг металлургического оборудования

Технологии прототипирования в металлургическом машиностроении

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять инжиниринговую деятельность в области металлургического машиностроения
ПК-3.1	Разрабатывает предложения по совершенствованию машиностроительного производства
ПК-3.2	Применяет методы реверсивного инжиниринга для разработки конструкторской документации

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 107 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. Цифровые двойники								
1.1 Введение.  Предпосылки Четвертой индустриальной революции. Элементы и технологии индустрии 4.0. Понятие цифровых технологий и цифровой экономики. Информационный продукт как результат цифровой экономики. Основные технологии цифровой трансформации. Сквозные цифровые технологии в материальном производстве, сфере услуг и государственном управлении.	1	4		2/ИИ	10	Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Работа с электронными библиотеками Выполнение практических работ	Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit	ПК-3.1, ПК-3.2

<p>1.2 Сложный инженерные объект.</p> <p>Понятие сложного инженерного объекта. Иерархия компонент сложных инженерных объектов. Общекультурный подход, функционально-балансовый подход, инженерно-технический подход, подход системного анализа. Примеры, характеристики, существенные черты инженерных объектов.</p>		2		2/ИИ	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Работа с электронными библиотеками Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2
<p>1.3 Жизненный цикл сложного инженерного объекта.</p> <p>Понятие жизненного цикла объекта. Этапы жизненного цикла сложного инженерного объекта. Понятия ввода в эксплуатацию, нормальной эксплуатации, вывода из эксплуатации. Нормативные требования, связи между этапами жизненного цикла. Возможности использования современных информационных технологий. Жизненный цикл сложного инженерного объекта, технического изделия и продукта. Аналогии и особенности. Современный цифровой инструментарий управления жизненным циклом. Понятие PLM-подхода.</p>		2		2/ИИ	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Работа с электронными библиотеками Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2

<p>1.4 Цифровые модели и двойники.</p> <p>Понятия цифровой модели. История и современные подходы, технология BIM-моделирования. MULTI-D моделирование. Разнородность цифрового инструментария. Разнородность данных и процессов при описании одного объекта. Накопление и онлайн-доступность данных за всю историю объекта. Современная информационная модель как предшественник цифрового двойника СИО. Понятие цифрового двойника, связь с жизненным циклом инженерного объекта. Цифровое документирование жизненного цикла объекта. Основные цифровые технологии. Цифровые двойники и модели для сложных бизнес-процессов и объектов. Проблемы системной работы с цифровой информацией.</p>		2		2/1,2И	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	<p>ПК-3.1, ПК-3.2</p>
--	--	---	--	--------	----	--	---	---------------------------

<p>1.5 Цифровое проектирование и конструирование.</p> <p>Понятие цифрового проектирования и конструирования. Базовые подходы, понятия, навыки и инструменты.</p> <p>Классификация цифровых инструментов проектирования и конструирования. Атрибуты и атрибутивная информация. Иерархия уровней моделирования. Инструменты и техники цифрового моделирования инженерно-физических процессов. Цифровая модель инженерной деятельности, инструментарий и цифровой продукт. Организация работы проектной группы. Проблемы и технология совместимости данных, обмена данными и сохранности данных в цифровом проектировании.</p>		2		2/ИИ	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации.</p> <p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>Работа с электронными библиотеками</p> <p>Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос.</p> <p>Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло).</p> <p>выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2
<p>1.6 Цифровое производство.</p> <p>Общие принципы организации производственной деятельности в цифровой экономике.</p> <p>Информационные процессы в технологической сфере. "Умное" оборудование. Беспроводная интеграция цифровой проектной деятельности и "умного производства".</p> <p>Кастомизация продуктов при цифровом производстве.</p> <p>Классификация типов цифровых производств в отраслях индустрии.</p> <p>Современные цифровые производственные технологии. Аддитивные технологии. Эффективность цифрового производства.</p>		2		2/ИИ	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации.</p> <p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>Работа с электронными библиотеками</p> <p>Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос.</p> <p>Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло).</p> <p>выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2

<p>1.7 Технологии промышленного интернета вещей.</p> <p>Введение в проектирование и реализацию систем IoT. Понятийный аппарат Интернета вещей. Архитектура, технологии и приложения промышленного интернета вещей в индустрии и бизнесе. Рынок производителей и пользователей решений IoT. Открытые проблемы в разработке, реализации и эксплуатации систем «интернета вещей». Перспективы технологии IoT.</p>		2		2/ИИ	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Работа с электронными библиотеками Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2
<p>1.8 Виртуальная и дополненная реальности в промышленности.</p> <p>Принципы и методы цифровых 3D моделирования, визуализации и анимации. Технологии построения виртуальной реальности со стыковкой проектных данных и отображения реальных объектов. Понятие дополненной реальности и технологии ее построения. Приложения виртуальной и дополненной реальности в индустрии и бизнесе.</p>		2		2	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы Работа с электронными библиотеками Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2

<p>1.9 Системы управления проектами.</p> <p>Понятие системной инженерии. Проектный и процессный подходы. Цифровые системы управления проектами. Мировые и российские продукты. Управление ресурсами, цифровые ERP-системы. Связь изучаемого курса с типовой иерархией задач системного инженера.</p>			2	10	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit</p>	ПК-3.1, ПК-3.2
<p>1.10 Заключение.</p> <p>Принципы гибкой интеграции основных видов деятельности цифровой инженерии в индустрии и экономики. Эффекты цифровой трансформации инженерной деятельности в сферах материального производства, услуг и государственного управления. Формирование сквозной цифровой среды инженерной деятельности. Перспективы перестройки рынка труда в инженерной сфере в ходе цифровой трансформации</p>				17	<p>Самостоятельная проектная деятельность: индивидуальные проекты, подготовка пояснительных записок к проектам, оформление проектной документации. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение практических работ</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Устный опрос. Работа с электронной сетевой канбан-доской (Трелло). выполнение практических работ в шаблоне Autodesk Revit. Выполнение зачетной работы. Зачет.</p>	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу	18		18/7,2И	107			
Итого за семестр	18		18/7,2И	107		зачёт	
Итого по дисциплине	18		18/7,2И	107		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Все практические занятия предусматривают использование метода проектов, проблемное обучение и, проводятся в интерактивной форме с помощью мультимедийного оборудования. Для проведения занятий используется – проблемная лекция, ситуационный анализ. Для проведения практических занятий - метод проектов, выполнение творческих заданий. Это предусмотрено традиционной и модульно-компетентностной технологиями.

В рамках интерактивного обучения применяются IT-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине, в том числе и ЭОР кафедры); совместная работа в малых группах (2-3 студента) – прохождение всех этапов и методов получения проекта; индивидуальное обучение при выполнении предпроектного анализа.

## **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. Информационные системы управления производственной компанией : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. Н. Лычкиной. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 249 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00764-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468813> (дата обращения: 04.06.2021).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Колошкина, И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/477164> (дата обращения: 04.06.2021).

2. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470887> (дата обращения: 04.06.2021).

3. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470888> (дата обращения: 04.06.2021).

### **в) Методические указания:**

1. Колошкина, И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL:

<https://urait.ru/bcode/477164> (дата обращения: 04.06.2021).

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office Project Prof 2019(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
Autodesk Inventor Professional 2020 Product Design	учебная версия	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2019 Product Design	учебная версия	бессрочно
Autodesk AutoCAD 2019	учебная версия	бессрочно
Autodesk AutoCAD 2020	учебная версия	бессрочно
Autodesk 3ds Max Design 2019	учебная версия	бессрочно
Autodesk 3ds Max Design 2020	учебная версия	бессрочно
Autodesk Revit 2019	учебная версия	бессрочно
Autodesk Revit 2020	учебная версия	бессрочно
Autodesk Revit 2021	учебная версия	бессрочно
Autodesk Navisworks Manage 2019	учебная версия	бессрочно
Autodesk Navisworks Manage 2020	учебная версия	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
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>

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лаборатория металлургического оборудования

1. Модель доменной печи
2. Модель литейного двора доменного цеха
3. Модель сверлильной машины
4. Модель электропушки
5. Модель дуговой электропечи
6. Модель машины непрерывного литья заготовок.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, КОМПАС 3D V16, Autodesk Inventor, Autocad, 3dSMax и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Наличие аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Доска, мультимедийный проектор, экран

Наличие помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования