

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
**Нижнетагильский технологический институт (филиал)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
\_\_\_\_\_ В.В. Потанин  
«28» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль:</b> Цифровые технологии в промышленности	<b>Код модуля:</b> М.1.3
<b>Образовательная программа:</b> Цифровые технологии в управлении промышленными процессами	<b>Код ОП</b> 09.04.03/33.04
<b>Направление подготовки:</b> Прикладная информатика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 09.04.03

Нижний Тагил

2023

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Карелова Рия Александровна	Кандидат педагогических наук, доцент	Зав. кафедрой	Кафедра информационных технологий
2	Андреева Татьяна Николаевна		Ст.преподаватель	Кафедра общего машиностроения
3	Бурлуцкая Наталья Александровна		Ст.преподаватель	Кафедра информационных технологий
4	Сидоров Олег Юрьевич	Доктор технических наук, профессор	Профессор	Департамент естественнонаучного образования
5	Гоман Виктор Валентинович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий
6	Пепельшев Дмитрий Игоревич		Ст.преподаватель	Кафедра информационных технологий

Руководитель модуля

«согласовано в электронном виде»

Р.А. Карелова

**Рекомендовано:**

Учебно-методическим советом НТИ (филиал) УрФУ

Председатель учебно-методического совета

«согласовано  
в электронном виде»

М.В. Миронова

Протокол № 6 от 28 июня 2023 г.

**Согласовано:**

Руководитель ОП

«согласовано  
в электронном виде»

Р.А. Карелова

Начальник ОООД

«согласовано  
в электронном виде»

С.Е. Четвериков

Инженер (ведущий) ОБИР

«согласовано  
в электронном виде»

А.В. Катаева

## **РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ: Научно-исследовательская деятельность**

### **1.1. Аннотация содержания модуля**

Модуль относится к обязательной части образовательной программы и состоит из дисциплин «Цифровизация производства», «Аддитивные технологии в промышленности», «Современные технологии передачи данных», «Цифровые двойники», «Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами», «Промышленный интернет вещей». Содержание этих дисциплин направлено на знакомство с передовыми технологиями Индустрии 4.0 и формирование компетенций, позволяющих будущему специалисту внедрять цифровые технологии в процессы организаций.

При реализации дисциплин модуля могут быть использованы традиционные или смешанные технологии обучения (онлайн курсы, с использованием ЭОР).

### **1.2. Структура и объем модуля**

<b>№ п/п</b>	<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах</b>	<b>Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю</b>
1	Цифровизация производства	3/108	Зачет
2	Аддитивные технологии в промышленности	3/108	Зачет
3	Современные технологии передачи данных	4/144	Экзамен
4	Цифровые двойники предприятия	4/144	Экзамен
5	Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами	4/144	Зачет
6	Промышленный интернет-вещей	4/144	Экзамен
ИТОГО по модулю:		22/792	не предусмотрено

### **1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе**

Пререквизиты модуля	не предусмотрено
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Научно-исследовательская деятельность

**1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю**

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям, включенным в формулировку результатов обучения.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы учитываются при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Цифровизация производства	ОПК 6. Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	<p><b>Знания:</b>            требования и новые возможности оборудования для Индустрии 4.0;            понятие и назначение мобильных и носимых устройств, применяемых в рамках цифровизации производства;            назначение и виды промышленных роботов;            понятие и особенности организации цифровых рабочих мест на производстве;            назначение систем мониторинга работы промышленного оборудования;            назначение производственных систем подготовки производства;            назначение систем CAD/CAE и PDM/PLM;            назначение систем класса MES;</p> <p><b>Умения:</b>            выбирать и обосновывать типы оборудования для цифровизации производственных процессов;            выбирать и обосновывать типы программного обеспечения для цифровизации производственных процессов;</p> <p><b>Владения:</b>            опытом отбора оборудования для цифровизации производственных процессов;</p>

		<p>опытом отбора программного обеспечения для цифровизации производственных процессов.</p>
	<p>ПК 1. Способен осуществлять исследование современных проблем и методов прикладной информатики и развития информационного общества, в том числе применять новые научные принципы и методы исследований на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения</p>	<p><b>Знания:</b> технологии четвертой промышленной революции, их возможности для автоматизации производственных процессов; проблемы и условия применения технологий четвертой промышленной революции для автоматизации производственных процессов; источники научной информации в области цифровизации производства; <b>Умения:</b> выбирать и обосновывать технологии для реализации цифровой трансформации производства; <b>Владения:</b> опытом поиска и обоснования технологий для реализации цифровой трансформации производства.</p>
	<p>ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p><b>Знания:</b> экосистему, необходимую для реализации цифровых технологий на производстве; понятие цифровой зрелости производства; основные этапы оценки текущего уровня цифровой зрелости производства; понятие, назначение и содержание стратегии цифровой трансформации; роль персонала в процессе цифровизации; возможные проблемы с персоналом в процессе цифровой трансформации; содержание процессов управления изменениями; <b>Умения:</b> выделять проблемы текущего этапа цифровой трансформации; предлагать и обосновывать управленческие решения в области внедрения цифровых технологий в производственные процессы; <b>Владения:</b> опытом работы с технологиями четвертой промышленной революции; навыком выбора и обоснования управленческих решений в области внедрения цифровых технологий.</p>

Аддитивные технологии в промышленности	<p>ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p><b>Знания:</b> инструменты, способы создания компьютерной модели изделия для использования аддитивных технологий; принципы работы 3D-сканеров и 3D-принтеров.</p> <p><b>Умения:</b> создавать компьютерную модель изделия для реализации с помощью аддитивных технологий; применять 3D-сканер для создания компьютерной модели объекта; применять 3D-принтер для создания изделий с помощью аддитивных технологий.</p> <p><b>Владения:</b> навыками создания изделий и их прототипов с помощью аддитивных технологий.</p>
	<p>ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p><b>Знания:</b> содержание и назначение аддитивных технологий; принцип действия оборудования, реализующего аддитивные технологии; суть технологий работы с различными материалами при использовании аддитивных технологий; области применения аддитивных технологий; области применения различных материалов для аддитивных технологий; возможности существующих аддитивных технологий.</p> <p><b>Умения:</b> осуществлять рациональный выбор материалов и оборудования для использования аддитивных технологий;</p> <p><b>Владения:</b> навыками применения аддитивных технологий для автоматизации процессов производства.</p>
Современные технологии передачи данных	<p>ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом</p>	<p><b>Знания:</b> эталонная модель взаимодействия открытых систем, услуг и функции ее уровней; виды среды передачи данных, их особенности, методы кодирования и модуляции сигнала; методы доступа к среде передачи</p>

	<p>экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>данных; технологии локальных сетей передачи данных; принципы работы, функции и особенности основных протоколов стеков протоколов TCP/IP, IEEE 802 и других стеков; принципы организации адресации и маршрутизации в гетерогенных сетях; типы и характеристики современных локальных промышленных сетей и средств, используемых в системах автоматизации производственных процессов.</p> <p><b>Умения:</b> применять на практике международные и профессиональные стандарты сетевых технологий, современные парадигмы и методологии, инструментальные средства, относящиеся к сетевым технологиям.</p> <p><b>Владения:</b> навыками планирования сети и адресного пространства сети организации; навыками конфигурирования коммутационного и сетевого оборудования; технологиями проектирования и конфигурирования промышленных сетей.</p>
	<p>ОПК 5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знания:</b> общие принципы построения гетерогенных сетей; принципы построения аппаратных и программных средств телекоммуникационных промышленных систем.</p> <p><b>Умения:</b> определять соответствия функциональных возможностей управляющих телекоммуникационных систем и технологического назначения объектов, связанных с ними.</p> <p><b>Владения:</b> базовыми сетевыми технологиями, эффективно применять их для решения профессиональных, научно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных и сетевых технологий.</p>
<p>Цифровые</p>	<p>ОПК 4. Способен</p>	<p><b>Знания:</b></p>

двойники предприятия	разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	методы построения цифровых моделей в профессиональной деятельности; <b>Умения:</b> построить цифровую модель в профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений; <b>Владения:</b> навыками построения цифровой модели.
	ОПК 5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<b>Знания:</b> модернизация технологического процесса, оборудования на основе сравнения с цифровой моделью; <b>Умения:</b> построить цифровую модель конкретного технологического процесса, оборудования; <b>Владения:</b> навыками планирования, организации, создания цифровых моделей технологического процесса, оборудования.
	ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	<b>Знания:</b> методы внедрения цифровых моделей в экономике, технологии, оборудовании. <b>Умения:</b> использовать цифровые модели для решения задач в профессиональной деятельности; структурировать, оформлять и представлять в виде рекомендаций результаты применения цифровых моделей. <b>Владения:</b> навыками построения цифровых моделей; программной реализацией цифровых моделей; навыками построения практических рекомендаций по результатам применения цифровых моделей.
Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами	ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной	<b>Знания:</b> принципы построения различных типов систем управления промышленных роботов; уровни управления предприятием; структуры и функции интегрированных систем



	<p>деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>проектирования и управления (ИСПУ), задачи, решаемые ИСПУ; принципы организации и состав ИСПУ, этапы и стадии создания ИСПУ;</p> <p>технические, математические и программные средства, используемые в ИСПУ;</p> <p>особенности человеко-машинного взаимодействия и организации рабочих мест операторов автоматизированных систем.</p> <p><b>Умения:</b> выбирать для данного процесса автоматизации программную среду для разработки автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);</p> <p>составлять техническое задание на разработку автоматизированной системы управления;</p> <p>проектировать системы визуализации и управления технологическими процессами.</p> <p><b>Владения:</b> навыками проектирования интерфейсов систем визуализации технологических процессов.</p>
	<p>ОПК 6. Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p><b>Знания:</b> назначение, состав SCADA-систем.</p> <p><b>Умение:</b> проводить настройку программного обеспечения SCADA.</p> <p><b>Владения:</b> навыками настройки SCADA систем.</p>
	<p>ПК 2. Способен планировать, организовывать, осуществлять и контролировать работы по разработке</p>	<p><b>Знания:</b> характеристики языков программирования, используемые в программных средах ИСПУ.</p> <p><b>Умения:</b> составлять алгоритм и программу для</p>

	<p>оригинальных алгоритмов и программных средств, модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для автоматизации процессов предприятий и/или организаций, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий</p>	<p>различных типов систем управления: цикловых, позиционных, контурных; разрабатывать алгоритмы в программной среде ИСПУ; разрабатывать и отлаживать программные средства мехатронных систем, реализующие алгоритмы управления на уровне SCADA-системы.</p> <p><b>Владения:</b> навыками программной реализации алгоритмов управления и обработки информации в мехатронных системах.</p>
	<p>ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p><b>Знания:</b> основы функционирования промышленных роботов и робототехнических систем; принцип действия и схемы элементов конструкции промышленных роботов; системы управления и организацию взаимодействия с технологическим и вспомогательным оборудованием; структуру промышленного робота и функцию его подсистем; возможности существующего парка промышленных роботов.</p> <p><b>Умения:</b> осуществлять рациональный выбор промышленных роботов; выбирать рациональную компоновочную схему исполнительного устройства промышленного робота.</p> <p><b>Владения:</b> навыками применения промышленных роботов на современных автоматизированных производствах</p>
<p>Промышленный интернет-вещей</p>	<p>ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических,</p>	<p><b>Знания:</b> принципы организации Промышленного Интернета вещей;</p> <p><b>Умения:</b> работать с микроконтроллерами и основными отладочными платами; проектировать системы Промышленного Интернета вещей (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен данными,</p>

	социальных ограничений	облачные платформы, анализ данных). <b>Владения:</b> базовыми навыками по подключению конечных устройств;
	ПК 2. Способен планировать, организовывать, осуществлять и контролировать работы по разработке оригинальных алгоритмов и программных средств, модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для автоматизации процессов предприятий и/или организаций, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	<b>Знания:</b> основы разработки систем Промышленного Интернета вещей (ПоТ); <b>Умения:</b> планировать и организовывать разработку ПоТ-решений; разрабатывать оригинальные алгоритмы и программное обеспечение для ПоТ; осуществлять контроль работы над проектом ПоТ; <b>Владения:</b> базовыми навыками программирования конечных устройств; базовыми навыками по созданию программного решения обработки и хранения данных.
	ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	<b>Знания:</b> принципы функционирования Промышленного Интернета вещей; история возникновения и развития Промышленного Интернета вещей; существующие технологии в области Интернета вещей; <b>Умения:</b> разбираться в существующих ПоТ-технологиях и применять их к конкретным сценариям; <b>Владения:</b> терминологическим аппаратом в области Промышленного Интернета вещей.

### 1.5. Форма обучения

Реализация модуля возможна для обучающихся по очной, очно-заочной и заочной формам.

## РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ Научно-исследовательская деятельность

## 2.1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровизация производства»

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Карелова Рия Александровна	Кандидат педагогических наук, доцент	Зав. кафедрой информационных технологий	Кафедра информационных технологий

### 2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровизация производства»

#### 2.1.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Цифровизация производства»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

#### 2.1.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Цифровизация производства»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 6. Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	<b>Знания:</b> требования и новые возможности оборудования для Индустрии 4.0; понятие и назначение мобильных и носимых устройств, применяемых в рамках цифровизации производства; назначение и виды промышленных роботов; понятие и особенности организации цифровых рабочих мест на производстве; назначение систем мониторинга работы промышленного оборудования; назначение производственных систем подготовки производства; назначение систем CAD/CAE и PDM/PLM; назначение систем класса MES; <b>Умения:</b> выбирать и обосновывать типы оборудования для цифровизации производственных процессов; выбирать и обосновывать типы программного обеспечения для цифровизации производственных процессов; <b>Владения:</b> опытом отбора оборудования для цифровизации производственных процессов; опытом отбора программного обеспечения для

	цифровизации производственных процессов.
ПК 1. Способен осуществлять исследования современных проблем и методов прикладной информатики и развития информационного общества, в том числе применять новые научные принципы и методы исследований на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения	<p><b>Знания:</b> технологии четвертой промышленной революции, их возможности для автоматизации производственных процессов; проблемы и условия применения технологий четвертой промышленной революции для автоматизации производственных процессов; источники научной информации в области цифровизации производства;</p> <p><b>Умения:</b> выбирать и обосновывать технологии для реализации цифровой трансформации производства;</p> <p><b>Владения:</b> опытом поиска и обоснования технологий для реализации цифровой трансформации производства.</p>
ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	<p><b>Знания:</b> экосистему, необходимую для реализации цифровых технологий на производстве; понятие цифровой зрелости производства; основные этапы оценки текущего уровня цифровой зрелости производства; понятие, назначение и содержание стратегии цифровой трансформации; роль персонала в процессе цифровизации; возможные проблемы с персоналом в процессе цифровой трансформации; содержание процессов управления изменениями;</p> <p><b>Умения:</b> выделять проблемы текущего этапа цифровой трансформации; предлагать и обосновывать управленческие решения в области внедрения цифровых технологий в производственные процессы;</p> <p><b>Владения:</b> опытом работы с технологиями четвертой промышленной революции; навыком выбора и обоснования управленческих решений в области внедрения цифровых технологий.</p>

### 2.1.1.3. Содержание дисциплины: «Цифровизация производства»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в цифровизацию	Исторические сведения о промышленных революциях. Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0). Цифровая трансформация.

	производства	Технологии четвертой промышленной революции. Экосистема цифровых технологий.
<b>P2</b>	Оборудование и рабочие места в цифровом производстве	Требования и новые возможности оборудования для Индустрии 4.0. Мобильные и носимые устройства. Промышленные роботы. Организация цифровых рабочих мест на производстве.
<b>P3</b>	Системы подготовки и управления цифровым производством	Системы мониторинга работы промышленного оборудования. Производственные системы подготовки производства. Системы CAD/CAE и PDM/PLM. Системы класса MES.
<b>P4</b>	Люди как главный источник цифровизации и повышения эффективности	Роль персонала в процессе цифровизации. Центры компетенций. Управление изменениями. Принцип постоянного обучения и развития. Кадры для реализации цифровых инициатив.
<b>P5</b>	Управление цифровой трансформацией предприятия	Оценка текущего уровня цифровой зрелости производства. Выбор и приоритизация проектов. Стратегия цифровой трансформации.

#### **2.1.1.4. Язык реализации программы:**

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

#### **2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Цифровизация производства»**

##### **Электронные ресурсы (издания)**

Грибанов, Ю. И. Цифровая трансформация бизнеса : учебное пособие / Ю. И. Грибанов, М. Н. Руденко ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2023. – 214 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=710148>

Шеер, А. Индустрия 4.0 : от прорывной бизнес-модели к автоматизации бизнес-процессов : учебник / А. Шеер ; под науч. ред. Д. Стефановского ; пер. с англ. Д. Стефановского, О. А. Виниченко ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. – Москва : Дело, 2020. – 272 с. : схем., табл., ил. – (Академический учебник). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612569>

Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики. Монография / Под научной редакцией доктора экономических наук Веселовского М.Я. и кандидата экономических наук Хорошавиной Н.С. – М.: Мир науки, 2021. – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> – Загл. с экрана.

Бесплатный онлайн-практикум для инженеров и руководителей машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий: <https://proizvodstvo.zyfra.com/2.0/>

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>.

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 2.1.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровизация производства»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office-
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; Доступ к сети Интернет.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; Доступ к сети Интернет.

		(филиала) УрФУ	
--	--	----------------	--

## 2.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Аддитивные технологии в промышленности»

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Карелова Рия Александровна	Кандидат педагогических наук, доцент	Зав. кафедрой информационных технологий	Кафедра информационных технологий
2	Андреева Татьяна Николаевна		Ст.преподаватель	Кафедра общего машиностроения

### 2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Аддитивные технологии в промышленности»

#### 2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Аддитивные технологии в промышленности»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

#### 2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Аддитивные технологии в промышленности»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p><b>Знания:</b> инструменты, способы создания компьютерной модели изделия для использования аддитивных технологий; принципы работы 3D-сканеров и 3D-принтеров.</p> <p><b>Умения:</b> создавать компьютерную модель изделия для реализации с помощью аддитивных технологий; применять 3D-сканер для создания компьютерной модели объекта; применять 3D-принтер для создания изделий с помощью аддитивных технологий.</p> <p><b>Владения:</b> навыками создания изделий и их прототипов с помощью аддитивных технологий.</p>
ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать,	<p><b>Знания:</b> содержание и назначение аддитивных технологий; принцип действия оборудования, реализующего аддитивные технологии; суть технологий работы с различными материалами при использовании аддитивных технологий; области применения аддитивных технологий; области применения различных материалов для аддитивных технологий; возможности существующих аддитивных технологий.</p>



оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	<p><b>Умения:</b> осуществлять рациональный выбор материалов и оборудования для использования аддитивных технологий;</p> <p><b>Владения:</b> навыками применения аддитивных технологий для автоматизации процессов производства.</p>
---	--

### 2.2.1.3. Содержание дисциплины: «Аддитивные технологии в промышленности»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в аддитивные технологии	Понятие и сущность аддитивных технологий. Классификация. Стандарты. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий.
P2	Материалы для аддитивных технологий	Полимерные материалы. Металлические порошки. Керамические материалы. Ключевые характеристики. Марки. Технологии получения. Технологии для работы с полимерными материалами. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты. Технологии для работы с металлическими материалами. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты. Технологии работы с керамическими материалами. Оборудование, технологические режимы. Требования к конструкции деталей. Типичные дефекты.
P3	Качество изделий и постобработка	Качество изделий, полученных аддитивными методами: размерная точность, шероховатость, характерные дефекты. Сравнительная оценка. Контроль качества. Координатно измерительные машины. 3D-сканирование. Микроструктура и свойства. Особенности постобработки изделий.
P4	Компьютерное моделирование в аддитивных технологиях	Программные решения для компьютерного моделирования в аддитивных технологиях. Программное обеспечение для 3D-сканирования. Программное обеспечение для топологической оптимизации. Программное обеспечения для моделирования технологического процесса.

#### 2.2.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

### 2.2.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Аддитивные технологии в промышленности»

### Электронные ресурсы (издания)

Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – 145 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769>

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Цифровая библиотека DATALIB: <https://datalib.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## 2.2.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Аддитивные технологии в промышленности»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office.
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, САПР КОМПАС – 3D, Slic3r Prusa Edition для Hercules Strong Duo, Доступ к сети Интернет.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши,	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office;

			монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ	Доступ к сети Интернет.
--	--	--	---	-------------------------

### 2.3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Современные технологии передачи данных»

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Карелова Рия Александровна	Канд.пед.наук, доцент	Зав.кафедрой информационных технологий	Кафедра информационных технологий
2	Бурлуцкая Наталья Александровна		Ст.преподаватель	Кафедра информационных технологий

#### 2.3.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Современные технологии передачи данных»

##### 2.3.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Современные технологии передачи данных»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

##### 2.3.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Современные технологии передачи данных»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<b>Знания:</b> эталонная модель взаимодействия открытых систем, услуг и функции ее уровней; виды среды передачи данных, их особенности, методы кодирования и модуляции сигнала; методы доступа к среде передачи данных; технологии локальных сетей передачи данных; принципы работы, функции и особенности основных протоколов стеков протоколов TCP/IP, IEEE 802 и других стеков; принципы организации адресации и маршрутизации в гетерогенных сетях; типы и характеристики современных локальных промышленных сетей и средств, используемых в системах автоматизации производственных процессов.

	<p><b>Умения:</b> применять на практике международные и профессиональные стандарты сетевых технологий, современные парадигмы и методологии, инструментальные средства, относящиеся к сетевым технологиям.</p> <p><b>Владения:</b> навыками планирования сети и адресного пространства сети организации; навыками конфигурирования коммутационного и сетевого оборудования; технологиями проектирования и конфигурирования промышленных сетей.</p>
ОПК 5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p><b>Знания:</b> общие принципы построения гетерогенных сетей; принципы построения аппаратных и программных средств телекоммуникационных промышленных систем.</p> <p><b>Умения:</b> определять соответствия функциональных возможностей управляющих телекоммуникационных систем и технологического назначения объектов, связанных с ними.</p> <p><b>Владения:</b> базовыми сетевыми технологиями, эффективно применять их для решения профессиональных, научно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных и сетевых технологий.</p>

### 2.3.1.3. Содержание дисциплины: «Современные технологии передачи данных»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие принципы построения компьютерных сетей	<p>Понятие компьютерных сетей, их классификация, аппаратные и программные компоненты.</p> <p>Сетевые топологии. Виды сетевых архитектур.</p> <p>Линии и каналы связи, их основные характеристики.</p> <p>Понятие протокола. Иерархия протоколов.</p> <p>Интерфейсы и службы. Обмен данными.</p> <p>Общие принципы построения модели взаимодействия в открытых системах.</p> <p>Эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI. Модель TCP/IP.</p> <p>Адресация и маршрутизация в компьютерных сетях.</p>
P2	Введение в промышленные сети	<p>Основные термины и определения. Особенности современного этапа развития промышленных сетей.</p> <p>Основные компоненты и устройства, используемые в системах автоматизации производственных процессов. Основные виды линий передачи данных при построении промышленного комплекса.</p> <p>Характеристики каналов связи. Проводные системы и PoE. Беспроводные каналы передачи данных.</p>
P3	Интерфейсы и протоколы передачи данных в	<p>Интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485, AS.</p> <p>Промышленный Ethernet. Протоколы передачи данных (CAN, MODBUS TCP/RTU/ASCII,</p>

	промышленных сетях	PROFINET, PROFIBUS). Промышленные стандарты IEEE, IEC, EN.
<b>P4</b>	Промышленное сетевое оборудование	Основные особенности промышленного оборудования. Степень защиты устройств IP, IK. Промышленные коммутаторы 2-го и 3-го уровня. Промышленные маршрутизаторы. Промышленные точки доступа. Промышленные серверы последовательных интерфейсов. Промышленные преобразователи интерфейсов.
<b>P5</b>	Беспроводные промышленные сети	Основы передачи данных в беспроводных сетях. Беспроводные локальные сети. Промышленное беспроводное сетевое оборудование.
<b>P6</b>	Основные топологии и резервирование в промышленных сетях	Топологии промышленных сетей. Принципы бесперебойной передачи данных в промышленных сетях. Технологии резервирования.
<b>P7</b>	Проектирование многоуровневых промышленных сетей	Виды промышленных сетей. Примеры построения многоуровневых промышленных сетей. SCADA-системы. Защита промышленных сетей в системах автоматизации.

#### **2.3.1.4. Язык реализации программы:**

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

### **2.3.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Современные технологии передачи данных»**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

Титаев, А. А. Промышленные сети : учебное пособие / А. А. Титаев ; Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 127 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699332>

Чекмарев, Ю. В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие / Ю. В. Чекмарев. – 3-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 185 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=703618>

Чекмарев, Ю. В. Локальные вычислительные сети : учебное пособие / Ю. В. Чекмарев. – 3-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 201 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=703617>

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>.

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 2.3.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Современные технологии передачи данных»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office-
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Операционная система Windows, Windows Server, офисный пакет Microsoft Office; Visual Route Lite Edition; Программа-анализатор трафика Wireshark; Программный продукт виртуализации Virtual Box.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; Доступ к сети Интернет.

## 2.4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровые двойники предприятия»

Рабочая программа дисциплины составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сидоров Олег Юрьевич	Доктор технических наук, профессор	Профессор	Департамент естественнонаучного образования

### 2.4.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровые двойники предприятия»

#### 2.4.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Цифровые двойники предприятия»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

#### 2.4.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Цифровые двойники предприятия»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p><b>Знания:</b> методы построения цифровых моделей в профессиональной деятельности;</p> <p><b>Умения:</b> построить цифровую модель в профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений;</p> <p><b>Владения:</b> навыками построения цифровой модели.</p>
ОПК 5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p><b>Знания:</b> модернизация технологического процесса, оборудования на основе сравнения с цифровой моделью;</p> <p><b>Умения:</b> построить цифровую модель конкретного технологического процесса, оборудования;</p> <p><b>Владения:</b> навыками планирования, организации, создания цифровых моделей технологического процесса, оборудования.</p>
ПК 3. Способен управлять	<b>Знания:</b>

<p>внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p>методы внедрения цифровых моделей в экономике, технологии, оборудовании.</p> <p><b>Умения:</b> использовать цифровые модели для решения задач в профессиональной деятельности; структурировать, оформлять и представлять в виде рекомендаций результаты применения цифровых моделей.</p> <p><b>Владения:</b> навыками построения цифровых моделей; программной реализацией цифровых моделей; навыками построения практических рекомендаций по результатам применения цифровых моделей.</p>
---	---

#### 2.4.1.3. Содержание дисциплины: «Цифровые двойники предприятия»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основные определения. Задачи для построения цифрового двойника предприятия. Методы представления и оптимизации последовательности технологических процессов в виде потоков работ – сетевое планирование. Методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов и предприятия в целом. Методы создания цифровых моделей технологических процессов и оборудования.
P2	Цифровые модели сетевых графиков	Основные определения. Правила построения классических сетевых графиков. Пример построения сетевого графика. Параметры сетевого графика. Методы оптимизации стоимости сетевых проектов
P3	Цифровые модели оптимального управления	Основные определения. Принцип поэтапного построения оптимального управления. Метод функциональных уравнений. Пример решения задачи распределения ресурсов.
P4	Цифровые модели эффективности инвестиционных проектов	Бизнес-планирование. Разделы бизнес-плана. Методы оценки инвестиционных проектов. Метод дисконтированных денежных потоков. Пример построения финансового плана инвестиционного проекта.
P5	Цифровые модели с сосредоточенными параметрами	Система «умный дом». Математическая модель «умного термостата». Уравнение теплового баланса. Уравнение ПИД-регулятора. Результаты применения модели.
P6	Цифровые модели с распределенными параметрами	Метод конечных разностей. Решение эллиптического и параболического уравнений. Метод конечных элементов (МКЭ). Вариационный принцип. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Применение МКЭ к решению задачи теплопроводности.



<b>Р7</b>	Цифровые модели на основе искусственного интеллекта	История создания искусственных нейронных сетей (ИНС). Основные направления применения нейронных сетей. Основные понятия искусственных нейронных сетей. Обучение ИНС – алгоритм обратного распространения. Построение и обучение однослойной и двухслойной ИНС.
-----------	---	--

#### 2.4.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

### 2.4.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Цифровые двойники предприятия»

#### Печатные издания

1) Сидоров О.Ю., Потанин В.В. Построение искусственной нейронной сети. Рекуррентные сети. Сети обратного распространения. Приложения (учебно-методическое пособие). Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2022. – 70 с. 15-02/22004-17. [Электронный ресурс].

#### Электронные ресурсы (издания)

1) 3-D моделирование : практикум : [16+] / сост. С. А. Сидоренко, Р. В. Герасимов. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2023. – Часть 1. Моделирование отдельных деталей. – 130 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712175>. – Текст : электронный.

2) Лаврищева, Е. М. Наука моделирования и программирования задач математики, информатики и техники из информационных, интеллектуальных и сервисных ресурсов : учебно-методическое пособие : [16+] / Е. М. Лаврищева ; Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). – Москва : Московский физико-технический институт, 2023. – 72 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702852>. – Текст : электронный.

3) Воган, У. [Цифровое] моделирование : практическое пособие : [16+] / У. Воган ; науч. Ред. Я. Е. Гурин ; пер. с англ. И. Л. Люско. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 431 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695336>. – Текст : электронный.

4) Истягина, Е. Б. Математическое моделирование : учебное пособие : [16+] / Е. Б. Истягина, А. А. Пьяных, Т. А. Пьяных ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. – 124 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705697>. – Текст : электронный.

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – портал российского образования
- [www.elbib.ru](http://www.elbib.ru) – портал российских электронных библиотек
- [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru) – научная электронная библиотека

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для

воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 2.4.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровые двойники предприятия»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office-
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio; Доступ к сети Интернет.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio; Доступ к сети Интернет.

### 2.5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое	Должность	Подразделение
-------	----------------------	------------------------	-----------	---------------

		<b>звание</b>		
1	Гоман Виктор Валентинович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий

**2.5.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»**

**2.5.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины  
«Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»**

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

**2.5.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине  
«Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p><b>Знания:</b>            принципы построения различных типов систем управления промышленных роботов;            уровни управления предприятием;            структуры и функции интегрированных систем проектирования и управления (ИСПУ), задачи, решаемые ИСПУ;            принципы организации и состав ИСПУ, этапы и стадии создания ИСПУ;            технические, математические и программные средства, используемые в ИСПУ;            особенности человеко-машинного взаимодействия и организации рабочих мест операторов автоматизированных систем.</p> <p><b>Умения:</b>            выбирать для данного процесса автоматизации программную среду для разработки автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);            составлять техническое задание на разработку автоматизированной системы управления;            проектировать системы визуализации и управления технологическими процессами.</p> <p><b>Владения:</b>            навыками проектирования интерфейсов систем визуализации технологических процессов.</p>
ОПК 6. Способен планировать и организовать работы по эксплуатации	<p><b>Знания:</b>            назначение, состав SCADA-систем.</p> <p><b>Умения:</b></p>

<p>технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>проводить настройку программного обеспечения SCADA. <b>Владения:</b> навыками настройки SCADA систем.</p>
<p>ПК 2. Способен планировать, организовывать, осуществлять и контролировать работы по разработке оригинальных алгоритмов и программных средств, модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для автоматизации процессов предприятий и/или организаций, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий</p>	<p><b>Знания:</b> характеристики языков программирования, используемые в программных средах ИСПУ. <b>Умения:</b> составлять алгоритм и программу для различных типов систем управления: цикловых, позиционных, контурных; разрабатывать алгоритмы в программной среде ИСПУ; разрабатывать и отлаживать программные средства мехатронных систем, реализующие алгоритмы управления на уровне SCADA-системы. <b>Владения:</b> навыками программной реализации алгоритмов управления и обработки информации в мехатронных системах.</p>
<p>ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p><b>Знания:</b> основы функционирования промышленных роботов и робототехнических систем; принцип действия и схемы элементов конструкции промышленных роботов; системы управления и организацию взаимодействия с технологическим и вспомогательным оборудованием; структуру промышленного робота и функцию его подсистем; возможности существующего парка промышленных роботов. <b>Умения:</b> осуществлять рациональный выбор промышленных роботов; выбирать рациональную компоновочную схему исполнительного устройства промышленного робота. <b>Владения:</b> навыками применения промышленных роботов на современных автоматизированных производствах</p>

**2.5.1.3. Содержание дисциплины: «Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»**

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Промышленные роботы в современном производстве	Конструктивное устройство и механика промышленных роботов. Силовые приводы и элементы систем управления промышленных роботов. Промышленные роботы в роботизированных комплексах. Эффективность использования промышленных роботов.
Р2	Введение в ИСПУ и АСУ ТП.	Уровни управления предприятием. Автоматизированные системы управления предприятием (АСУП). Исполнительные системы производства MES. Планирование потребностей в материалах и ресурсах MRP. Управление основными фондами предприятия EAM. Планирование ресурсов предприятия ERP.
Р3	АСУ ТП. Управление технологическим процессом.	Распределённая система управления (DSC). Диспетчерское управление и сбор данных (SCADA). Последовательное управление. Уровни управление производственным процессом. Требования к ИСПУ. Руководства и стандарты, используемые в процессе разработки АСУ ТП. Стадии и этапы создания АСУ ТП. Содержание работ.
Р4	Основы человеко-машинного взаимодействия	Психологические и психофизиологические характеристики человека. Инженерно-психологические требования к технике. Инженерно-психологические основы проектирования систем «человек-машина». Понятие человеко-машинного взаимодействия (интерфейса). Процесс проектирования систем «человек-машина». Оценка влияния параметров объекта управления на эффективность деятельности оператора. Классификация систем «человек-машина». Основные устройства человеко-машинного интерфейса (посты, пульта, диспетчерские щиты, мнемосхемы, панели оператора, промышленные компьютеры, устройства сигнализации и оповещения, мобильные беспроводные устройства). Особенности работы с современными панелями оператора и другими устройствами человеко-машинного интерфейса.
Р5	Проектирование систем визуализации и управления	Понятие SCADA-систем. Область применения и примеры применения, основные функции SCADA. Архитектура SCADA-систем. Обзор существующих SCADA-систем. Драйверы (серверы ввода-вывода). Особенности установки и лицензирования WinCC. Этапы проектирования с использованием SCADA-систем. Управление проектом WinCC. Управление тегами, связь с тегами ПЛК. Разработка графического интерфейса пользователя, динамизация объектов интерфейса,

		программирование событий. Регистрация тегов (логгинг). Работа с аварийными сообщениями (тревогами). Администрирование пользователей. Глобальные сценарии. Резервирование. Web-интерфейс WinCC. Web-scada и беспроводные решения.
<b>Р6</b>	Комплекс технических средств подсистем контроля и управления	Структурно-функциональная схема подсистем контроля и управления. Средства отображения информации. Средства дистанционного управления. Средства автоматического непрерывного регулирования. Средства автоматического дискретного управления. Средства автоматической защиты.

#### 2.5.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

### 2.5.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»

#### Электронные ресурсы (издания)

Авцинов, И. А. Основы организационно-технологического управления роботизированными комплексами : лабораторный практикум : учебное пособие : [16+] / И. А. Авцинов, В. К. Битюков ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022. – 181 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712735>

Авцинов, И. А. Основы организационно-технологического управления роботизированными комплексами : учебное пособие : [16+] / И. А. Авцинов, В. К. Битюков ; науч. Ред. И. А. Хаустов ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – 301 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688107>

Кангин, В. В. Разработка SCADA-систем : учебное пособие : [16+] / В. В. Кангин, М. В. Кангин, Д. Н. Ямолдинов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 565 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564221>

Механизмы перспективных робототехнических систем / А. К. Алешин, А. В. Антонов, В. А. Борисов [и др.] ; под ред. В. А. Глазунова, С. В. Хейло. – Москва : Техносфера, 2020. – 296 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617530>

Новые механизмы в современной робототехнике : практическое пособие : [16+] / Е. И. Воробьев, С. С. Гаврюшин, В. А. Глазунов [и др.] ; под ред. В. А. Глазунова. – Москва : Техносфера, 2018. – 316 с. : ил., схем., табл. – (Мир робототехники и мехатроники). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597100>

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотека НТИ: [http://nti.urfu.ru/plugins.php?tree\\_id=269](http://nti.urfu.ru/plugins.php?tree_id=269)
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <https://study.urfu.ru/> [режим доступа: свободный].

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 2.5.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Управление промышленными мехатронными системами и робототехническими комплексами»

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office-
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, TIA Portal V13, Step 7 v.5.5 Professional. WinCC v.7.0, WinCC Flexible; Доступ к сети Интернет.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; Доступ к сети Интернет.

## 2.6. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Промышленный Интернет-вещей»

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Карелова Рия Александровна	Кандидат педагогических наук, доцент	Зав.кафедрой информационных технологий	Кафедра информационных технологий
2	Пепельшев Дмитрий Игоревич		Ст.преподаватель	Кафедра информационных технологий

### 2.6.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «Промышленный Интернет-вещей»

#### 2.6.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины «Промышленный Интернет-вещей»

Традиционная (репродуктивная) технология, смешанное обучение.

#### 2.6.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине «Промышленный Интернет-вещей»

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 4. Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p><b>Знания:</b> принципы организации Промышленного Интернета вещей;</p> <p><b>Умения:</b> работать с микроконтроллерами и основными отладочными платами; проектировать системы Промышленного Интернета вещей (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных).</p> <p><b>Владения:</b> базовыми навыками по подключению конечных устройств;</p>
ПК 2. Способен планировать, организовывать, осуществлять и контролировать работы по разработке оригинальных алгоритмов и программных средств, модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для автоматизации процессов предприятий и/или организаций, в том	<p><b>Знания:</b> основы разработки систем Промышленного Интернета вещей (IIoT);</p> <p><b>Умения:</b> планировать и организовывать разработку IIoT-решений; разрабатывать оригинальные алгоритмы и программное обеспечение для IIoT; осуществлять контроль работы над проектом IIoT;</p> <p><b>Владения:</b> базовыми навыками программирования конечных устройств; базовыми навыками по созданию программного решения обработки и хранения данных.</p>



числе с использованием современных интеллектуальных технологий	
ПК 3. Способен управлять внедрением цифровых технологий в процессы организаций и/или предприятий, в том числе анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	<p><b>Знания:</b>          принципы функционирования Промышленного Интернета вещей;          история возникновения и развития Промышленного Интернета вещей;          существующие технологии в области Интернета вещей;</p> <p><b>Умения:</b>          разбираться в существующих IoT-технологиях и применять их к конкретным сценариям;</p> <p><b>Владения:</b>          терминологическим аппаратом в области Промышленного Интернета вещей.</p>

### 2.6.1.3. Содержание дисциплины: «Промышленный Интернет-вещей»

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в Промышленный Интернет Вещей	История и эволюция IoT. Ключевые понятия и определения. Общие принципы применения и реализации технологии Интернета вещей (IoT). Особенности применения IoT в промышленной автоматизации и удаленном управлении индустриальными объектами (Промышленный Интернет вещей, IoT).
P2	Технологии Промышленного Интернета Вещей	Беспроводные сети в IoT. Датчики. Актуаторы. Системы обработки данных. Безопасность и защита IoT-систем.
P3	Протоколы связи в IoT	Изучение основных протоколов связи, используемых в промышленном интернете вещей.
P4	Платформы и инструменты IoT	Использования платформы RiiTech.
P5	Практическое задание	Создание IoT-системы с использованием MQTT: выбор датчиков и актуаторов, настройка MQTT-брокера, разработка приложений для клиентов MQTT.

#### 2.6.1.4. Язык реализации программы:

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

### 2.6.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Промышленный Интернет-вещей»

#### Электронные ресурсы (издания)

Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей :

учебное пособие : [12+] / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 80 с. : ил.,табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576635>

Ли, П. Архитектура интернета вещей : разработка архитектуры систем интернета вещей с применением датчиков, информационно-коммуникационной инфраструктуры, граничных вычислений, анализа и защиты данных : практическое пособие : [16+] / П. Ли ; пер. с англ. М. А. Райтмана. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 454 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=686523>

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>.

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## **2.6.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Промышленный Интернет-вещей»**

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования (ноутбук/компьютер, проектор (в том числе переносной), проекционный экран/доска).	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office-
2	Практические занятия Консультации Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная (или проекционный экран). Персональные компьютеры, периферийные устройства в	Операционная система Windows, офисный пакет Arduino IDE, Visual Studio, Visual Studio Code, mosquitto mqtt. Доступ к сети

		аттестации	составе клавиатуры, мыши, монитора по количеству обучающихся	Интернет.
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная. Компьютерная техника: персональные компьютеры, периферийные устройства в составе клавиатуры, мыши, монитора, устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office; Доступ к сети Интернет.