

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 12.10.2023 18:52:27  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Мехатроники и информационных технологий  
Кафедра Автоматики и промышленной электроники

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Цифровые двойники промышленного оборудования и процессов

Уровень образования	магистратура
Направление подготовки/Специальность	09.04.02 Информационные системы и технологии
Направленность (профиль)/Специализация	Цифровые технологии автоматизации. Промышленный интернет вещей
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	2 года
Форма(-ы) обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Цифровые двойники промышленного оборудования и процессов» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 15 от 23.06.2022г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины

Доцент А.А. Казначеева

Заведующий кафедрой: Д.В. Масанов

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Учебная дисциплина «Цифровые двойники промышленного оборудования и процессов» изучается во втором модуле.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

1.1. Форма промежуточной аттестации:

Зачет.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Цифровые двойники промышленного оборудования и процессов» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Математическое и имитационное моделирование систем управления;
- Производственная практика. НИР.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Цифровые технологии проектирования интегрированных систем;
- Производственная практика. Преддипломная практика.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Целями изучения дисциплины «Цифровые двойники промышленного оборудования и процессов» являются:

- овладение общеинженерными знаниями, программными инструментами и методами для постановки задачи и разработки цифрового двойника оборудования и технологических процессов; получение знаний приемов и методов работы в программе RobotExpert;

- освоение математического аппарата и цифровых информационных технологий для постановки и решения задач цифровизации технологических процессов; освоение работы с поисковыми системами Web of Science, PatSearch, базами данных Global Patent Index и электронными ресурсами Консультант плюс, Гарант, Каталог ГОСТ [www.internet-law](http://www.internet-law);

- формирование навыков работы в программах для разработки цифровых двойников технологического оборудования и процессов, настройки цифровых систем управления NX MCD, Tia Portal, Process Simulate; навыков использования дистанционных сред (Moodle, Google meet) и программ для работы с документами MS Office и др. для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом;

- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-6 Способен использовать методы и средства системной инженерии в области получения, передачи, хранения, переработки и представления информации посредством информационных технологий</p>	<p>ИД-ОПК-6.1 Использование методов и средств системной инженерии в области переработки и представления информации посредством информационных технологий</p>	<p>– Применяет общеинженерные знания, знания нормативно-технической документации и электронных ресурсов Консультант, Гарант, поисковых систем Web of Science, PatSearch, баз данных Global Patent Index для решения задачи цифровизации технологических процессов.</p> <p>– Применяет навыки работы с нормативной документацией на электронных ресурсах Консультант, Гарант, Каталог ГОСТ <a href="http://www.internet-law.ru">www.internet-law</a>, в поисковых системах Web of Science, PatSearch и базах данных Global Patent Index для оформления прав интеллектуальной собственности на собственные программы и разработки в сфере цифровых технологий.</p>
<p>ПК-1 Способен выполнить техническое описание информационных и математических моделей</p>	<p>ИД-ПК-1.2 Способен, используя математический аппарат, разработать и описать математическую модель объекта или системы управления</p>	<p>– Использует математический аппарат и цифровые информационные технологии для сбора и обработки данных необходимых для анализа и постановки задачи цифровизации технологических процессов; владеет приемами и методами работы в программе SMath Solver.</p>
<p>ПК-2 Способен провести анализ системных проблем обработки информации на уровне БД</p>	<p>ИД-ПК-2.1 Способен провести анализ потребностей в БД, подобрать инструментарий для реализации конкретной БД</p>	<p>– Использует информационные технологии для поиска данных и документов: электронные ресурсы Консультант, Гарант, Каталог ГОСТ <a href="http://www.internet-law.ru">www.internet-law</a>, поисковые системы Web of Science, PatSearch, базы данных Global Patent Index, на основе которых решает задачи разработки цифровых двойников технологических систем.</p>
<p>ПК-3 Способен к организации анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом проектирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>	<p>ИД-ПК-3.3 Способен применять методы машинного обучения, реализовывать дистанционное управление с применением облачных технологий и интерфейсов связи</p>	<p>– Обоснованно выбирает необходимые для решения задачи создания цифрового двойника в программы: Technomatix Plant Simulate, NX MCD, Tia Portal, Process Simulate.</p> <p>– Использует методы и инструменты разработки цифрового двойника оборудования программных продуктов Technomatix Plant Simulate, NX MCD, Tia Portal, Process Simulate.</p> <p>– Демонстрирует навыки работы в программах для разработки цифрового двойника оборудования и процессов Technomatix Plant Simulate, NX MCD, Tia Portal, Process Simulate.</p>

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	7	з.е.	256	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	Форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося,	промежуточная аттестация, час
2 модуль	зачет	256		54				198	
Всего:		256		54				198	

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные	Практическая подготовка, час		
<b>Второй модуль</b>							
ОПК-6: ИД-ОПК-6.1 ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-2: ИД-ПК-2.1 ПК-3: ИД-ПК-3.3	<b>Раздел I. Введение</b> Практическое занятие 1.1 Определение цифрового двойника, эволюция термина и составляющих технологий. Классификация.	x	x	x	20	66	Формы текущего контроля по разделу I: 1. Устный опрос, тестирование, дискуссия; 2. Самостоятельные проверочные работы, контрольные работы; 3. Отчет, оформленный в программах MS Office; 4. Собеседование по контрольным вопросам.
	Практическое занятие 1.2 Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников. Технологии математического моделирования.				4	12	
	Практическое занятие 1.3 Цифровые двойники, человеко-машинные интерфейсы, облака и периферийные вычисления. Разработка цифрового двойника в Plant Simulate.				4	14	
	Практическое занятие 1.4 Разработка 3D-модели цифрового двойника сортировочной линии в NX. Моделирование компонентов.				4	14	
	Практическое занятие 1.5 Создание сборки компонентов.				4	14	
ОПК-6: ИД-ОПК-6.1 ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-2: ИД-ПК-2.1 ПК-3:	<b>Раздел II. Архитектура и технология создания цифровых двойников</b> Практическое занятие № 2.1 Визуализация и построение цифровых двойников. Объекты и субъекты 3D модели.	x	x	x	16	66	Формы текущего контроля по разделу II: 1. Устный опрос, тестирование, дискуссия; 2. Самостоятельные проверочные работы, контрольные работы; 3. Отчет, оформленный в программах
	Практическое занятие № 2.2 Тестирование динамической 3D-модели с				4	16	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные	Практическая подготовка, час		
ИД-ПК-3.3	использованием системы Mechatronics Concept Designer (MCD) NX.						MS Office 4. Собеседование по контрольным вопросам; 5. Разбор кейса.
	Практическое занятие № 2.3 Создание сигналов для динамической 3D-модели в NX MCD.				4	16	
	Практическое занятие № 2.4 Создание соединения между виртуальным ПЛК и цифровым двойником. Программирование в Tia Portal.				4	18	
ОПК-6: ИД-ОПК-6.1 ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-2: ИД-ПК-2.1 ПК-3: ИД-ПК-3.3	<b>Раздел III. Примеры использования цифровых двойников в различных отраслях</b>	x	x	x	18	66	Формы текущего контроля по разделу III: 1. Устный опрос, тестирование, дискуссия; 2. Самостоятельные проверочные работы, контрольные работы; 3. Отчет, оформленный в программах MS Office 4. Собеседование по контрольным вопросам.
Практическое занятие № 3.1 Программа Process Simulate. Симуляция различных процессов.				4	16		
Практическое занятие № 3.2 Разработка 3D-модели устройства манипуляторного типа в Process Simulate. Моделирование компонентов.				4	16		
Практическое занятие № 3.3 Моделирование технологической операции «Дуговая сварка».				4	16		
Практическое занятие № 3.4 Моделирование кинематики робота в программе SMath Solver.				6	18		
	Зачет.	x	x	x	x	x	зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	<b>ИТОГО:</b>				<b>54</b>	<b>198</b>	

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
<b>Раздел I</b>	<b>Введение</b>	
	Определение цифрового двойника, эволюция термина и составляющих технологий. Классификация	Определение цифровых двойников (ЦД) и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий. Классификация ЦД по уровню сложности, зрелости. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии.
	Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников. Технологии математического моделирования	Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦД, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦД.
	Цифровые двойники, человеко-машинные интерфейсы, облака и периферийные вычисления	ЦД и новые человеко-машинные интерфейсы. ЦД и Блокчейн. Схема ЦД и роль составляющих технологий.
<b>Раздел II</b>	<b>Архитектура и технология создания цифровых двойников</b>	
	Визуализация и построение цифровых двойников. Объекты и субъекты 3D модели.	Динамическое графическое моделирование. Автоматическое соединение модели. Что такое CAD/CAE/CAM? Цифровой двойник производственной машины.
<b>Раздел III</b>	<b>Примеры использования цифровых двойников в различных отраслях</b>	
	Process Simulate. Симуляция различных процессов.	Модульная структура программы

## 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, экзамену;
- изучение учебных пособий;
- изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- подготовка к контрольной работе;

- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела и тем дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
<b>Раздел I</b>	<b>Цифровые двойники как способ преодоления сложности инженерных систем</b>			
	Инжиниринговые инструменты для создания цифровых двойников и их эволюция. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии.	Подготовить реферат	Устное собеседование по результатам выполненной работы	<b>2</b>

### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Учебная деятельность частично проводится на онлайн-платформе за счет применения учебно-методических электронных образовательных ресурсов:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
обучение с веб-поддержкой	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 1 категории		организация самостоятельной работы обучающихся
	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 2 категории		в соответствии с расписанием текущей/промежуточной аттестации

ЭОР обеспечивают в соответствии с программой дисциплины (модуля):

- организацию самостоятельной работы обучающегося, включая контроль знаний обучающегося (самоконтроль, текущий контроль знаний и промежуточную аттестацию),



– методическое сопровождение и дополнительную информационную поддержку электронного обучения (дополнительные учебные и информационно-справочные материалы). Текущая и промежуточная аттестации по онлайн-курсу проводятся в соответствии с графиком учебного процесса и расписанием.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

##### 4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенций	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной компетенции	общепрофессиональной компетенций	профессиональной компетенции
				ОПК-6: ИД-ОПК-6.1	ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-2: ИД-ПК-2.1 ПК-3: ИД-ПК-3.3
высокий		отлично		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин социальных и других ограничений;</li> <li>– способен четко применять знания законов и методов в области естественных и инженерных наук для постановки задачи разработки цифрового двойника оборудования технологических процессов;</li> </ul>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способен осуществлять техническую поддержку процессов создания, модификации и сопровождения информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы;</li> <li>– применяет современные информационные технологии, цифровые сервисы и инструменты представления проектов в инженерных и бизнес-процессах.</li> </ul>

				– применять информационные технологии и программные средства сбора и обработки данных для формулировки задач профессиональной деятельности.	
повышенный		хорошо		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточно грамотно решает задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;</li> <li>– применяет естественнонаучные и общеинженерные знания для решения задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;</li> <li>– допускает единичные негрубые ошибки;</li> </ul>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует навыки работы в программах для разработки цифрового двойника оборудования и процессов NX MCD, Tia Portal, Process Simulate;</li> <li>– применяет навыки применения программных средств MS Office, Autocad, Mathcad и др. для оформления технической документации и использует дистанционные среды (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> <li>– ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.</li> </ul>	
базовый		удовлетворительно		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;</li> <li>– с неточностями применяет навыки работы с нормативной документацией на электронных ресурсах, в поисковых системах и базах данных;</li> <li>– с затруднениями применяет современные информационные технологии и программы для разработки технической документации на цифровые системы управления;</li> </ul>	

				<ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;</li> <li>– ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.</li> </ul>	
низкий		неудовлетворительно	Обучающийся:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приемами;</li> <li>– не способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;</li> <li>– не владеет принципами выбора и обоснования современных информационных технологий, цифровых сервисов и инструментов представления проектов в инженерных и бизнес-процессах;</li> <li>– выполняет задания только по образцу и под непосредственным руководством преподавателя;</li> <li>– ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul>	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1	Практическое задание 1.1	Определение цифрового двойника, эволюция термина и составляющих технологий. Классификация
2	Практическое задание 1.2	Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников. Технологии математического моделирования.
3	Практическое задание 1.3	Цифровые двойники, человеко-машинные интерфейсы, облака и периферийные вычисления. Разработка цифрового двойника в Plant Simulate.
4	Практическое задание 1.4	Разработка 3D-модели цифрового двойника сортировочной линии в NX. Моделирование компонентов
5	Практическое задание 1.5	Создание сборки компонентов
6	Практическое задание 2.1	Визуализация и построение цифровых двойников. Объекты и субъекты 3D модели
7	Практическое задание 2.2	Тестирование динамической 3D-модели с использованием системы Mechatronics Concept Designer (MCD) NX
8	Практическое задание 2.3	Создание сигналов для динамической 3D-модели в NX MCD
9	Практическое задание 2.4	Создание соединения между виртуальным ПЛК и цифровым двойником. Программирование в Tia Portal
10	Практическое задание 3.1	Программа Process Simulate. Симуляция различных процессов
11	Практическое задание 3.2	Разработка 3D-модели устройства манипуляторного типа в Process Simulate. Моделирование компонентов
12	Практическое задание 3.3	Моделирование технологической операции «Дуговая сварка»
13	Практическое задание 3.4	Моделирование кинематики робота в программе SMath Solver
14	Кейс (проект команды)	<p><b>Модуль 1.</b> Создание виртуального двойника линии или ячейки. Имитирование процесса взаимодействия элементов фабрики в среде NX MCD и TIA Portal.</p> <p><b>Модуль 2.</b> Проектирование и запуск системы автоматизации. Подготовка управляющей программы в TIA Portal для АСУ ТП ячейки.</p> <p><b>Модуль 3.</b> Анализ и оптимизация производства.</p>
15	Контрольная работа	<p>Вариант 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите классификацию цифровых двойников по уровню сложности.</li> <li>2. Классификация математических моделей.</li> </ol>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		3. Облачные технологии. Вариант 2: 1. Методы математического моделирования. 2. Имитационное моделирование как раздел математического моделирования. 3. Опишите последовательность действий для операции определения тел столкновения для плоской транспортной поверхности.
16	Проверочный тест	<b>Вопрос 1.</b> Что из перечисленного не является необходимым элементом для создания цифрового двойника? А. «Best-in-class» технологии мирового уровня В. Системный инжиниринг С. Технологии дополненной реальности D. Многоуровневая матрица требований / целевых показателей и ресурсных ограничений <b>Вопрос 2.</b> Верификация подразумевает оценку соответствия между... А. Математической и структурной моделями В. Математической и численной моделями С. Структурной и физической моделями D. Структурной и математической моделями

### 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Практические задания	Обучающийся, в процессе выполнения практического задания продемонстрировал глубокие знания в области применения инструментальных средств построения 3D модели цифрового двойника в NX MCD, а также его обработка в программах, Tia Portal, Process Simulate. Был сформирован отчет с описанием задания, приведены копии экранов программ, Расчеты модели в программе Mathcad, даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на контрольные вопросы; даны рекомендации по использованию данных в будущем для аналогичных ситуаций.		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
	Обучающийся продемонстрировал модель, предоставил отчет, правильно рассуждает и принимает обоснованные верные решения, однако, имеются незначительные неточности, представлен недостаточно полный выбор стратегий поведения/ методов/ инструментов (в части обоснования);		4	
	Обучающийся, слабо ориентируется в материале, в рассуждениях не демонстрирует логику ответа, плохо владеет профессиональной терминологией, не раскрывает суть проблемы и не предлагает конкретного ее решения.		3	
	Обучающийся, не принимал участие в работе группы. Группа не справилась с заданием на уровне, достаточном для проставления положительной оценки.		2	
Контрольная работа	Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике.		5	
	Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.		4	
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.		3	
	Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.		2	
	Работа не выполнена.			
Проверочный тест	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Номинальная шкала предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей. В соответствии с порядковой шкалой за каждое задание устанавливается максимальное количество баллов – три. Три балла выставляются за все верные		5	85% - 100%
			4	65% - 84%
			3	41% - 64%



Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	выборы в одном задании, два балла – за одну ошибку, один – за две ошибки, ноль – за полностью неверный ответ. Правила оценки всего теста: общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл – 20 баллов.		2 40% и менее 40%
Кейс (проект команды)	Группа обучающихся демонстрирует грамотное решение всех модулей, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках).		5
	Продемонстрировано использование правильных методов при решении задачи при наличии существенных ошибок в 1-2 из них.		4
	Группа обучающихся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют.		3
	Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		2

## 5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет	по совокупности результатов текущего контроля успеваемости

#### 5.4. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
- практические задания		2 – 5
- контрольная работа		2 – 5
- тест		2 – 5
- кейс (проект команды)		2 – 5
- зачет		2 – 5
<b>Итого за семестр:</b>		2 – 5

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- проведение интерактивных лекций;
- групповых дискуссий;
- анализ ситуаций и имитационных моделей (кейсы);
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет: работа с электронными ресурсами: поисковые системы [Web of Science](#), [PatSearch](#) и базы данных Global Patent Index;
- дистанционные образовательные технологии: платформа Moodle, сервисы Gogglemeet, Zoom;
- применение электронного обучения, применение инструментов MS Office (Word, Excel, Power Point);
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<b>119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, дом 1</b>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор
аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор
аудитории для проведения лабораторных занятий	комплект учебной мебели; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – 12 персональных компьютеров, – принтер, – ноутбук, – проектор
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
читальный зал библиотеки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– компьютерная техника;</li> <li>– подключение к сети Интернет</li> </ul>

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

<b>Необходимое оборудование</b>	<b>Параметры</b>	<b>Технические требования</b>
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Проектор	любой
	Принтер	лазерный
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Прохоров А., Лысачев М., Боровков А.	Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт	Учебник	М.: ООО «АльянсПринт»	2020		5
2	Прохоров А., Коник Л.	Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт	Учебник	М.: ООО «КомНьюс Групп»	2019		5
3	Трофимов В.В., Барабанова М.И., Кияев В.И., Трофимова Е.В.	Информационные системы и цифровые технологии: Часть 1.	Учебник	М.: Инфра-М.	2021	<a href="https://znanium.com/read?id=375739">https://znanium.com/read?id=375739</a>	
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.	Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения	Издание официальное	М. Стандартинформ	2020		5
2	Веселовского М.Я. Хорошавиной Н.С.	Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики	Монография	М.: Мир науки	2021	<a href="https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf">https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf</a>	
3	Дозорцев В.М.	Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы,	Статья	Журнал «Автоматизация в промышленности»	2020		5

		перспективы. Часть 2. Ключевые технологии цифровых двойников. Типы моделирования физического объекта					
--	--	--	--	--	--	--	--

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	Каталог ГОСТ <a href="http://www.internet-law.ru">www.internet-law.ru</a>
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	КонсультантПлюс: Законодательство: <a href="https://xn--80atdbhcdmofgcil kob.xn--80aswg/zakonodatelstvo">https://xn--80atdbhcdmofgcil kob.xn--80aswg/zakonodatelstvo</a>
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Информационно-правовой портал Гарант.ру <a href="https://www.garant.ru/">https://www.garant.ru/</a>
2.	<a href="#">Национальная электронная библиотека (НЭБ)</a>
3.	<a href="#">База данных Global Patent Index (GPI)</a>

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	NX MCD, WinCC Advanced,	Свободно распространяемое
3.	Tia Portal, Simatic PLCSim,	Свободно распространяемое
4.	Tecnomatix Process Simulate	Свободно распространяемое
5.	Программное обеспечение Autodesk Autocad 2021	ПО свободного доступа по академической программе для студентов и преподавателей ВУЗов, срок действия – 1 год

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

<b>№ пп</b>	<b>год обновления РПД</b>	<b>характер изменений/обновлений с указанием раздела</b>	<b>номер протокола и дата заседания кафедры</b>