

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 робототехники
Кафедра	Автоматики и промышленной электроники

Цифровое производство

Уровень образования	магистратура
Направление подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль)	Цифровая трансформация в системах управления
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	2 года
Форма(-ы) обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Цифровое производство» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 07.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Цифровое производство»:

A. Kefauver

[Signature]

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Цифровое производство» изучается во втором модуле.
Курсовая работа – не предусмотрена.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Цифровое производство» относится к обязательной части программы. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Оптимизация систем управления;
- Производственная практика.

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

- Стандарты проектирования микропроцессорных систем управления;
- Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика.

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

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями освоения дисциплины «Цифровое производство» является:

- овладение общеинженерными знаниями, программными инструментами и методами для постановки задачи и разработки цифрового производства; получение знаний приемов и методов работы в программах NX MCD, Tia Portal, Tecnomatix Plant Simulation;
- 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.interneta-law.ru;
- изучение приемов и методов работы в программах для математических расчетов Mathcad, разработки технической документации и представления проектов MS Office, Autocad и др.;
- формирование навыков работы в программах для разработки цифровых двойников технологического оборудования и процессов, настройки цифровых систем управления NX MCD, Tia Portal, Tecnomatix Plant Simulation; навыков использования дистанционных сред (Moodle, Google meet) и программ для работы с документами MS Office, Autocad 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.

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
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки	ИД-ОПК-4.2 Разработка программных средств систем управления математическими методами	- Применяет современные методы решения сложных задач выбора.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
систем управления математическими методами		
ОПК-8 Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	ИД-ОПК-8.2 Применение методов и системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	- Разрабатывает практические мероприятия по улучшению качества выпускаемой продукции, технического обеспечения ее изготовления.
ОПК-9 Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ИД-ОПК-9.2 Управление работой по проведению экспериментов на действующих объектах производственного комплекса. Организация деятельности, связанной с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	– Обоснованно выбирает необходимые программные продукты для решения задачи создания цифрового двойника производства: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens. – Использует методы и программные инструменты разработки цифрового двойника оборудования и производства NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens.
ОПК-10 Способен руководить разработкой методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству	ИД-ОПК-10.2 Разработка методических и нормативных документов в области автоматизации технологических процессов и производств	– Использует методы и программный инструмент разработки цифрового двойника оборудования и производства Tecnomatix Plant Simulation. – Применяет современные информационные технологии и программы для разработки технической документации на цифровые системы управления: MS Office, Autocad, Mathcad и др. – Использует дистанционные среды (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом. – 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. – Использует информационные технологии для поиска данных и документов: электронные ресурсы Консультант, Гарант, Каталог ГОСТ www.internet-law, поисковые системы Web of Science, PatSearch, базы данных Global Patent Index, на основе которых

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
		решает задачи разработки цифровых двойников технологических систем.
ПК-1 Способен разрабатывать средства автоматизации для сложных технологических процессов	ИД-ПК-1.4 Программирование разрабатываемых средств и систем автоматизации для сложных технологических процессов	– Демонстрирует навыки программирования в средах для разработки цифрового двойника оборудования и процессов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	5	з.е.	160	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

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, час	промежуточная аттестация, час
2 модуль	Экзамен	160	18	27				67	48
Всего:		160	18	27				67	48

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 занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Второй модуль						
ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-8.2 ИД-ОПК-9.2 ИД-ОПК-10.2 ИД-ПК-1.4	Раздел I. Основы цифрового производства	9	13			14	
	Тема 1.1 Концепция и определение цифрового производства. Инжиниринговые инструменты для его создания	2				2	Контроль посещаемости; Устный опрос; Дискуссия.
	Тема 1.2 Технологии сбора и обработки данных для создания цифрового производства. Технологии математического и имитационного моделирования	2				2	Контроль посещаемости; Устный опрос; Тестирование по теме.
	Тема 1.3 Визуализация и построение цифровых производств. Объекты и субъекты 3D модели	2				2	Контроль посещаемости; Устный опрос; Тестирование по теме.
	Тема 1.4 Технологии взаимодействия цифровых моделей (двойников) предприятий с объектами и процессами реального мира. Интерпретация результатов моделирования. Датчики и системы измерений	3				2	Контроль посещаемости; Самостоятельная проверочная работа.
	Практическое занятие № 1.1 Разработка 3D-модели сортировочной линии в NX MCD Siemens. Создание и моделирование сборки компонентов		4			2	Входной контроль знаний (входное тестирование). Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
	Практическое занятие № 1.2 Создание сигналов для динамической 3D-модели в NX MCD. Создание соединения между виртуальным ПЛК и		4			2	Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы

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 занятия, час	Практическая подготовка, час		
	цифровым двойником						модели.
	Практическое занятие № 1.3 Тестирование цифрового двойника с помощью виртуального ПЛК		5			2	Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
	Раздел II. Применение методик создания цифровых производств для решения задач автоматизации управления жизненным циклом продукции	9	14			14	
ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-8.2 ИД-ОПК-9.2 ИД-ОПК-10.2 ИД-ПК-1.4	Тема 2.1 Понятие и этапы жизненного цикла продукции. Инновационное управление продукцией. Показатели оценки продукции на этапах жизненного цикла.	3				2	Контроль посещаемости; Устный опрос; Дискуссия.
	Тема 2.2 Процессы производства на промышленном предприятии. Технологическое и метрологическое обеспечение. Операционный и приемочный контроль. Организация хранения, учета и отгрузки готовой продукции. Эксплуатация по назначению. Утилизация и переработка продукции, обращение с отходами.	3				2	Контроль посещаемости; Устный опрос; Тестирование по теме.
	Тема 2.3 Маркетинговые исследования. Порядок разработки и постановки продукции на производство (ГОСТ Р 15.201). НИОКР. Разработка документации, изготовление и испытания опытных образцов продукции, приемка результатов разработки продукции.	3				2	Контроль посещаемости; Контрольная работа.

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 занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Практическое занятие № 2.1 Знакомство с программой Tecnomatix Plant Simulation. Создание производственной ячейки. Настройка регистрации результатов моделирования технологического процесса		4			2	Входной контроль знаний (входное тестирование). Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
	Практическое занятие № 2.2 Моделирование и анализ материала потока технологического процесса		4			2	Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
	Практическое занятие № 2.3 Энергоэффективность технологического процесса		4			2	Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
	Практическое занятие № 2.4 Анализ и оценка оптимизационных моделей технологических процессов		2			2	Разбор теоретического материала формате устной дискуссии. Демонстрация результатов работы модели.
Все индикаторы всех компетенций	Экзамен					39	Экзамен в виде тестирования
	ИТОГО за второй семестр	18	27			67	
	ИТОГО за весь период	18	27			67	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	Основы цифрового производства	
Тема 1.1	Концепция и определение цифрового производства. Инжиниринговые инструменты для его создания	Определение цифрового производства (ЦП) и эволюция термина. ЦП и эволюция составляющих технологий. Классификация ЦП по уровню сложности, зрелости. Инжиниринговые инструменты для создания ЦП и их эволюция. ЦП и оптимизация изделия, аддитивные технологии.
Тема 1.2	Технологии сбора и обработки данных для создания цифрового производства. Технологии математического и имитационного моделирования	Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦП, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦП.
Тема 1.3	Визуализация и построение цифровых производств. Объекты и субъекты 3D модели	Динамическое графическое моделирование. Автоматическое соединение модели. Что такое CAD/CAE/CAM? Цифровой двойник производственной машины.
Тема 1.4	Технологии взаимодействия цифровых моделей (двойников) предприятий с объектами и процессами реального мира. Интерпретация результатов моделирования. Датчики и системы измерений	Соответствие между реальным и виртуальным миром на примере программных пакетов Siemens. Комплексный инжиниринг и комплексная эксплуатация для установок непрерывного производственного цикла. Имитация виртуального контроллера, процесс настройки и масштабируемость. Интерфейс удаленного управления. Протоколы передачи и соединения. Имитация Приводов/Датчиков.
Раздел II	Применение методик создания цифровых производств для решения задач автоматизации управления жизненным циклом продукции	
Тема 2.1	Понятие и этапы жизненного цикла продукции	Инновационное управление продукцией. Показатели оценки продукции на этапах жизненного цикла.
Тема 2.2	Процессы производства на промышленном предприятии	Технологическое и метрологическое обеспечение. Операционный и приемочный контроль. Организация хранения, учета и отгрузки готовой продукции. Эксплуатация по назначению. Утилизация и переработка продукции, обращение с отходами.
Тема 2.3	Маркетинговые исследования	Порядок разработки и постановки продукции на производство (ГОСТ Р 15.201). НИОКР. Разработка документации, изготовление и испытания опытных образцов продукции, приемка результатов разработки продукции. Подготовка и освоение производства продукции. Система экспертизы и сертификации разработок и технологий, лицензирование.

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 работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим занятиям и экзаменам;
- изучение учебных пособий;
- изучение тем, невыносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- проведение исследовательских работ;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовку к контрольной работе и тестам;
- выполнение индивидуальных заданий.

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 с оценкой по необходимости;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования (для студентов магистратуры – в целях устранения пробелов после поступления в магистратуру абитуриентов, окончивших бакалавриат/специалитет иных УГСН).

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

№ пп	Наименование темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
1	Цифровые двойники в автомобильной промышленности, железнодорожном транспорте, судостроении	Подготовить информационное сообщение, презентацию	Устное собеседование по результатам выполненной работы	4
2	Цифровые двойники в здравоохранении и медицине	Подготовить информационное сообщение, презентацию	Устное собеседование по результатам выполненной работы	4

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

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

Применяются следующий вариант реализации программы с использованием ЭО и ДОТ.

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
смешанное обучение	лекции	18	в соответствии с расписанием учебных занятий
	практические занятия	36	

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.

Педагогический сценарий онлайн-курса прилагается.

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 компетенции(-й)	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(-ых) компетенции(-й)	обще профессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
				ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-8.2 ИД-ОПК-9.2 ИД-ОПК-10.2	ИД-ПК-1.4
высокий		отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено		Обучающийся: – способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин социальных и других ограничений; – способен четко применять знания законов и методов в области естественных и инженерных наук для постановки задачи разработки цифрового двойника оборудования технологических процессов; применять информационные технологии и программные средства сбора и обработки данных для формулировки	Обучающийся: – способен осуществлять техническую поддержку процессов создания, модификации и сопровождения информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы; применяет современные информационные технологии, цифровые сервисы и инструменты представления проектов в инженерных и бизнес-процессах.

				задач профессиональной деятельности.	
повышенный		хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено		Обучающийся: – достаточно грамотно решает задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности; – применяет естественнонаучные и общетехнические знания для решения задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности; – допускает единичные негрубые ошибки; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.	Обучающийся: – демонстрирует навыки работы в программах для разработки цифрового двойника оборудования и процессов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens; 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.
базовый		удовлетворительно/ зачтено		Обучающийся: – демонстрирует	Обучающийся: - с неточностями демонстрирует

		(удовлетворительно)/ зачтено		теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; – с неточностями применяет навыки работы с нормативной документацией на электронных ресурсах, в поисковых системах и базах данных; – с затруднениями применяет современные информационные технологии и программы для разработки технической документации на цифровые системы управления; – демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.	навыки работы в программах для разработки цифрового двойника оборудования и процессов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens; - фрагментарно применяет навыки применения программных средств MS Office, Autocad, Mathcad и др. для оформления технической документации; - ответы отражают знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.
низкий		неудовлетворительно/ не зачтено	Обучающийся:	– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – не способен понимать принципы работы современных информационных технологий и	

			использовать их для решения задач профессиональной деятельности; – не владеет принципами выбора и обоснования современных информационных технологий, цифровых сервисов и инструментов представления проектов в инженерных и бизнес-процессах; – выполняет задания только по образцу и под непосредственным руководством преподавателя; ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.
--	--	--	---

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

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Цифровое производство» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1	Практическое занятие №1.1	Разработать 3D-модель сортировочной линии в NX MCD Siemens. Создать сборку компонентов и произвести ее моделирование
2	Практическое занятие №1.2	Создание сигналов для динамической 3D-модели в NX MCD. Создать соединение между виртуальным ПЛК и цифровым двойником.
3	Практическое занятие №1.3	Произвести тестирование цифрового двойника с помощью виртуального ПЛК
4	Практическое занятие № 2.1	Изучить интерфейс программы Tecnomatix Plant Simulation. Создать производственную ячейку. Настроить регистрацию результатов моделирования технологического процесса
5	Практическое занятие № 2.2	Произвести моделирование и анализ материала потока технологического процесса
6	Практическое занятие № 2.3	Рассчитать энергоэффективность технологического процесса в программе Tecnomatix Plant Simulation.
7	Практическое занятие № 2.4	Произвести анализ и оценку оптимизационных моделей технологического процесса
8	Контрольная работа	Вариант 1: 1. Опишите классификацию цифровых двойников по уровню сложности. 2. Классификация математических моделей. 3. Облачные технологии. Вариант 2:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		1. Методы математического моделирования. 2. Имитационное моделирование как раздел математического моделирования. 3. Опишите последовательность действий для операции определения тел столкновения для плоской транспортной поверхности.
9	Проверочный тест	Вопрос 1. 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 Вопрос 2. 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
10	Самостоятельная проверочная работа	Задание 1. Создание производства с среде Tecnomatix Plant Simulation. Задание 2. Создание виртуального двойника линии или ячейки. Имитирование процесса взаимодействия элементов фабрики в среде NX MCD и TIA Portal. Задание 3. Подготовка управляющей программы в TIA Portal для АСУ ТП ячейки. Задание 4. Анализ и оптимизация производства.

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 Siemens, а также его связи с ПЛК в программе Tia Portal Siemens. Продемонстрированы глубокие знания в области создания производственной ячейки и ее анализа в программе Tecnomatix Plant Simulation. Был сформирован отчет с описанием задания, приведены копии		5

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
	экранов программ, даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на контрольные вопросы; даны рекомендации по использованию данных в будущем для аналогичных ситуаций.			
	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 выполнил задания.		2	
Контрольная работа	Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, 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	
Тест	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются оценки в зависимости от процента правильных ответов: «2» - равно или менее 40% «3» - 41% - 64% «4» - 65% - 84% «5» - 85% - 100%		5	85% - 100%
			4	65% - 84%
			3	41% - 64%

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
			2	40% и менее 40%

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: Письменное тестирование/ Компьютерное тестирование	Вопрос 1. Кто считается автором концепции цифрового двойника? А) Гидеон Гартнер В) Майкл Гривс С) Клаус Шваб D) Джо Кэзер Вопрос 2. По данным опроса Gartner, проведенного в 2019 году, какое количество опрошенных организаций, реализующих IoT-проекты, уже используют технологии цифровых двойников? А) 13% В) 52% С) 65% D) 90% Вопрос 3. Для обеспечения рациональной «балансировки» большого количества, зачастую «конфликтующих», характеристик проектируемого объекта применяют: А) Технологии управления жизненным циклом объекта (PLM) В) Цифровые тени (Digital Shadows) С) Многоуровневую матрицу требований / целевых показателей и ресурсных ограничений D) Технологии цифрового проектирования (CAD)

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен: письменное тестирование/ компьютерное тестирование	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставаются 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 выставаются за все верные 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 – 30 баллов.		5 85% - 100%
			4 65% - 84%
			3 41% - 64%
			2 40% и менее 40%

5.5. 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
- самостоятельная работа		2 – 5
Промежуточная аттестация (экзамен)		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно
Итого за семестр		

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- групповые дискуссии;
- анализ ситуаций и имитационных моделей;
- преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий.

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.
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, дом 1	
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: – 12 персональных компьютеров, – принтер, – ноутбук, – проектор
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; – подключение к сети Интернет

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

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
--------------------------	-----------	------------------------

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/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

№ 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	https://znanium.com/read?id=375739	
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	https://izd-mn.com/PDF/06MNNPM21.pdf	
3	Дозорцев В.М.	Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология,	Статья	Журнал «Автоматизация в промышленности»	2020		5

		технологии, платформы, 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.	Материалы и ресурсы по системам Siemens PLM https://ideal-plm.ru/uPage/Besplatnie_materiali_i_resursi_po_sistemam_Siemens_PLM
2.	Каталог ГОСТ www.internet-law.ru
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znaniium.com» http://znaniium.com/
4.	КонсультантПлюс: Законодательство: https://xn--80atdbhcdmofgci1kob.xn--80aswg/zakonodatelstvo
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Информационно-правовой портал Гарант.ру https://www.garant.ru/
2.	Национальная электронная библиотека (НЭБ)
3.	База данных Global Patent Index (GPI)

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 Siemens, WinCC Advanced,	Свободно распространяемое
3.	Tia Portal Siemens, Simatic PLCSim,	Свободно распространяемое
4.	Tecnomatix Plant Simulation	Свободно распространяемое

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

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

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