

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «*Электрическая тяга*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.02 «ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ»

направления

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

профиля

«Автоматизация, робототехника и мехатроника»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2026

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры
«Электрическая тяга»
Протокол № 6 от «30» января 2026 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая тяга»
«30» января 2026 г.

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«30» января 2026 г.

А.М. Евстафьев

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Цифровые двойники в промышленной робототехнике» (Б1.В.02) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 17 августа 2020 г., приказ Минобрнауки России № 1046, с учетом профессионального стандарта 28.003 Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по автоматизации и механизации механосборочного производства» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 марта 2022 года №190Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №550).

Целью изучения дисциплины является изучение моделей, описывающих строение и функционирование производственных систем в контексте индустрии 4.0; освоение технологий проектирования технических систем с учетом технологии цифровых двойников.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- Получение комплексного представления о существующих подходах к созданию цифровых двойников промышленных робототехнических систем;
- Формирование навыков анализа систем с целью создания цифровых двойников;
- Формирование требований к аппаратной части и программному обеспечению цифровых двойников промышленных робототехнических комплексов;
- Изучение современных тенденций в области создания цифровых двойников.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-2. Внедрение мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления	
ПК-2.2.2 Уметь использовать текстовые редакторы (процессоры) и компьютерные программы для работы с графической информацией для оформления технических заданий на создание средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций	Обучающийся знает: - современные текстовые редакторы (процессоры) и компьютерные программы для работы с мехатронными и робототехническими системами Обучающийся умеет: - подбирать и обосновывать выбор аппаратных компонентов для реализации цифровых двойников для работы с мехатронными и робототехническими системами Обучающийся имеет навыки: - владения моделирования и визуализации робототехнических систем и их цифровых двойников; - использует компьютерные программы для работы с графической информацией: наименования, возможности и порядок работы в них

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	144
– лекции (Л)	30
– практические занятия (ПЗ)	30
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	80
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)*

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение в цифровые двойники	Лекция 1. Введение в цифровые двойники Практическое занятие 1. Анализ жизненного цикла роботизированной ячейки Самостоятельная работа. Изучение дополнительной литературы	ПК-2.2.2
2	Архитектура цифровых двойников роботов	Лекция 1. Архитектура цифровых двойников роботов Практическое занятие 1. Создание архитектуры цифрового двойника Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям	ПК-2.2.2
3	Аппаратная часть цифровых двойников в робототехнике	Лекция 1. Аппаратная часть цифровых двойников в робототехнике Практическое занятие 1. Выбор аппаратной части для создания цифрового двойника робота Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям	ПК-2.2.2
4	Применение технического зрения в цифровых двойниках	Лекция 1. Применение технического зрения в цифровых двойниках Практическое занятие 1. Моделирование робота для цифрового двойника роботизированной ячейки	ПК-2.2.2

		Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям	
5	Системы передачи данных в цифровых двойниках	Лекция 1. Системы передачи данных в цифровых двойниках Практическое занятие 1. Моделирование окружения для цифрового двойника роботизированной ячейки Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям	ПК-2.2.2
6	Серверная часть цифровых двойников	Лекция 1. Серверная часть цифровых двойников Практическое занятие 1. Организация передачи данных о текущем состоянии робота Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям	ПК-2.2.2
7	Облачные платформы для цифровых двойников	Лекция 1. Облачные платформы для цифровых двойников Практическое занятие 1. Интеграция машинного зрения в цифрового двойника роботизированной ячейки Самостоятельная работа. Подготовка к промежуточной аттестации	ПК-2.2.2
8	Моделирование роботов в контексте цифровых двойников	Лекция 1. Моделирование роботов в контексте цифровых двойников Практическое занятие 1. Разработка серверной части цифрового двойника Самостоятельная работа. Подготовка к текущему контролю	ПК-2.2.2
9	Мультимодальное моделирование	Лекция 1. Мультимодальное моделирование Практическое занятие 1. Развертывание цифрового двойника в облачной платформе Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы	ПК-2.2.2
10	Валидация и верификация моделей	Лекция 1. Валидация и верификация моделей Практическое занятие 1. Мультимодальное моделирование поведения робота Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы	ПК-2.2.2
11	Безопасность данных в цифровых двойниках	Лекция 1. Безопасность данных в цифровых двойниках Практическое занятие 1. Валидация и верификация цифрового двойника Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы	ПК-2.2.2
12	Интеграция цифровых двойников роботов в управление производством	Лекция 1. Интеграция цифровых двойников роботов в управление производством Практическое занятие 1.	ПК-2.2.2

		Обеспечение безопасности данных цифрового двойника Самостоятельная работа. Подготовка к промежуточной аттестации.	
13	Экономический эффект цифровых двойников в робототехнике	Лекция 1. Экономический эффект цифровых двойников в робототехнике Практическое занятие 1. Интеграция цифрового двойника в систему управления производством Самостоятельная работа. Подготовка к промежуточной аттестации.	ПК-2.2.2
14	Моделирование роботизированных конвейеров	Лекция 1. Моделирование роботизированных конвейеров Практическое занятие 1. Оценка экономической эффективности цифрового двойника Самостоятельная работа. Подготовка к текущему контролю.	ПК-2.2.2
15	Цифровые двойники и Индустрия 4.0	Лекция 1. Цифровые двойники и Индустрия 4.0 Практическое занятие 1. Моделирование роботизированного конвейера в Gazebo Самостоятельная работа. Подготовка к текущему контролю.	ПК-2.2.2
16	Перспективы развития цифровых двойников в робототехнике	Лекция 1. Перспективы развития цифровых двойников в робототехнике Практическое занятие 1. Разработка концепции цифрового двойника для Индустрии 4.0 Самостоятельная работа. Подготовка к текущему контролю.	ПК-2.2.2

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПР	СРС	Всего
1	Введение в цифровые двойники	2	2	5	9
2	Архитектура цифровых двойников роботов	2	2	5	9
3	Аппаратная часть цифровых двойников в робототехнике	2	2	5	9
4	Применение технического зрения в цифровых двойниках	2	2	5	9
5	Системы передачи данных в цифровых двойниках	2	2	5	9
6	Серверная часть цифровых двойников	2	2	5	9

7	Облачные платформы для цифровых двойников	2	2	5	9
8	Моделирование роботов в контексте цифровых двойников	2	2	5	9
9	Мультимодальное моделирование	2	2	5	9
10	Валидация и верификация моделей	2	2	5	9
11	Безопасность данных в цифровых двойниках	2	2	5	9
12	Интеграция цифровых двойников роботов в управление производством	2	2	5	9
13	Экономический эффект цифровых двойников в робототехнике	2	2	5	9
14	Моделирование роботизированных конвейеров	2	2	5	9
15	Цифровые двойники и Индустрия 4.0	2	2	5	9
16	Перспективы развития цифровых двойников в робототехнике	2	2	5	9
	Итого	30	30	80	140
Контроль					4
Всего (общая трудоёмкость, час.)					144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно- методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1 Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2 Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);
- Simulink;
- FluidSim.

8.3 Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru](https://ibooks.ru) / - Режим доступа: для авториз. пользователей;

Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> - Режим доступа: для авториз. пользователей;

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> - Режим доступа: свободный.

Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> - Режим доступа: свободный.

Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" — это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: свободный.

8.4 Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5 Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

Нагорный, В. С. Гидравлические и пневматические системы : учебное пособие / В. С. Нагорный. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-7337-3.

Уханов, А. П. Гидравлические и пневматические системы транспортно-технологических машин и оборудования: учебник для вузов / А. П. Уханов, О. С. Володько. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 320 с. — ISBN 978-5-507-49188-9.

Гидравлические и пневматические системы: учебное пособие / О. С. Володько, А. П. Быченин, О. Н. Черников [и др.]. — Самара: СамГАУ, 2022. — 195 с. — ISBN 978-5-88575-664-8.

Галдин, Н. С. Пневмопривод и пневмоавтоматика: учебное пособие / Н. С. Галдин, И. А. Семенова. — Омск: СибАДИ, 2025. — 99 с.

8.6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru - Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL:

<https://sdo.pgups.ru> - Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL:
<http://www.consultant.ru/> - Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,
Доцент
Инженер
«30» января 2026 г.

О.В. Колодкин
Р.Н. Ульянич