

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.О.31 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И РОБОТОВ»

для направления подготовки

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

по профилю

«Автоматизация, робототехника и мехатроника»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

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.Н. Сычугов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Проектирование мехатронных устройств и роботов» (Б1.О.31) (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 «Специалист по автоматизации и механизации механосборочного производства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 190н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 мая 2022 г., регистрационный № 68435).

Целью изучения дисциплины является изучение структуры, принципов функционирования мехатронных устройств и роботов; изучение основ расчета и проектирования мехатронных устройств и роботов; знакомство студентов с конструктивными особенностями мехатронных устройств и роботов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение основных понятий мехатронных устройств и роботов;
- освоение теории мехатронных устройств и роботов;
- овладение методами расчета и проектирования мехатронных устройств и роботов;
- развитие умений по рациональному выбору элементов мехатронных устройств и роботов;
- формирование навыков решения задач при проектировании мехатронных устройств и роботов;
- формирование представлений у студентов о путях развития и совершенствования мехатронных устройств и роботов.

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)
ОПК-11. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	
ОПК-11.1.3 Знает современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и	Обучающийся знает: – современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники.	
ОПК-11.2.1 Умеет разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	Обучающийся умеет: – разрабатывать алгоритмы управления мехатронными и робототехническими системами с использованием стандартных средств автоматики и исполнительных устройств в соответствии с техническим заданием
ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	
ОПК-12.1.1 Знает принципы монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Обучающийся знает: – принципы работы приборов и приспособлений для измерения электрических величин – электрические схемы соединения цифровых управляющих устройств мехатронных систем с сенсорными устройствами и приводами; – интерфейсы и протоколы обмена данными между цифровыми управляющими устройствами
ПК-1. Анализ технологических процессов механосборочного производства с целью выявления операций, подлежащих автоматизации и механизации	
ПК-1.1.2 Знает типы и конструктивные особенности средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций.	Обучающийся знает: – типы и конструктивные особенности средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций
ПК-1.2.1 Умеет использовать прикладные компьютерные программы для расчета эффективности выполнения технологических и	Обучающийся умеет: – использовать прикладные компьютерные программы для расчета эффективности выполнения технологических и вспомогательных операций, определения узких мест в технологических процессах

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
вспомогательных операций, определения узких мест в технологических процессах.	
ПК-1.2.2 Умеет использовать текстовые редакторы (процессоры) и компьютерные программы для работы с графической информацией для оформления предложений по автоматизации и механизации технологических процессов.	Обучающийся умеет: – использовать текстовые редакторы (процессоры) и программы для работы с графической информацией для оформления предложений по автоматизации и механизации технологических процессов
ПК-1.3.1 Имеет навыки анализа оборудования, средств технологического оснащения, средств измерения, приемов и методов работы, применяемых при выполнении технологических процессов.	Обучающийся владеет навыками: – анализа оборудования, средств технологического оснащения, средств измерения, приемов и методов работы, применяемых при выполнении технологических процессов
ПК-1.3.2 Имеет навыки разработки предложений по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	Обучающийся владеет навыками: – разработки предложений по автоматизации и механизации технологических процессов

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	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	128	64	64
В том числе:			
– лекции (Л)	64	32	32
– практические занятия (ПЗ)	48	32	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	-	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	120	40	80
Контроль	40	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, Э, КП	3	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	288 / 8	108 / 3	180 / 5

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	Общие сведения о роботах и их конструировании	Лекция 1. Этапы конструирования роботов Лекция 2. Характеристики роботов Лекция 3. Конструкция роботов Практическое занятие 1. Разработка технического предложения для роботизированной ячейки Практическое занятие 2. Расчет мощности электроприводов Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Изучение дополнительной литературы	ОПК-11.1.3 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2
2	Кинематика роботов	Лекция 1. Кинематика роботов. Матричное представление роботов Лекция 2. Кинематика роботов. Преобразования Денавита-Хартенберга Лекция 3. Кинематика роботов. Углы Эйлера и кватернион Лекция 4. Кинематика роботов. Матрица Якоби Практическое занятие 1. Расчет прямой задачи кинематики Практическое занятие 2. Описание манипулятора робота с помощью преобразования Денавита-Хартенберга Практическое занятие 3. Описание ориентации рабочего органа с помощью кватерниона Практическое занятие 4. Описание кинематики скоростей манипулятора робота с помощью матрицы Якоби Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Изучение дополнительной литературы	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ПК-1.2.1 ПК-1.3.1
3	Динамика роботов	Лекция 1. Динамика роботов. Уравнение Лагранжа 2-рода Лекция 2. Динамика роботов. Уравнение Ньютона-Эйлера Практическое занятие 1. Моделирование динамики робота Практическое занятие 2. Определение центра масс манипулятора робота	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ПК-1.2.1 ПК-1.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Практическое занятие 3. Определение момента сопротивления привода Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Изучение дополнительной литературы	
4	Электропривод и тормозные устройства роботов	Лекция 1. Тормозные устройства роботов Лекция 2. Электропривод роботов. Синхронный электропривод Лекция 3. Электропривод роботов. Сервоусилитель Лекция 4. Электропривод роботов. Бесколлекторный электропривод постоянного тока Лекция 5. Электропривод роботов. Шаговый электропривод Практическое занятие 1. Выбор электродвигателя робота Практическое занятие 2. Выбор синхронного электропривода Практическое занятие 3. Расчет параметров дискового тормоза Практическое занятие 4. Выбор передаточного отношения привода Практическое занятие 5. Выбор сервоусилителя для синхронного электропривода Практическое занятие 6. Выбор вентильного электропривода Практическое занятие 7. Выбор шагового электропривода Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Изучение дополнительной литературы	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.1
5	Информационные устройства роботов, протоколы и интерфейсы	Лекция 1. Протоколы и интерфейсы Лекция 2. Информационные устройства роботов Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Изучение дополнительной литературы. Подготовка к промежуточной аттестации	ОПК-11.1.3 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1
6	Компоновки роботизированных ячеек	Лекция 1. Компоновки роботизированных ячеек Практическое занятие 1. Создание планировочного решения роботизированной ячейки	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование робота, работающего в прямоугольной системе координат Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Выполнение курсового проекта	ПК-1.3.1 ПК-1.3.2
7	Преобразователи движения в приводах роботов	Лекция 1. Преобразователи движения в приводах роботов. Винтовая передача скольжения и шарико-винтовая передача Лекция 2. Преобразователи движения в приводах роботов. Реечная передача Лекция 3. Преобразователи движения в приводах роботов. Волновая передача Лекция 4. Преобразователи движения в приводах роботов. Планетарная передача Практическое занятие 1. Расчет винтовой передачи скольжения для захватного устройства Практическое занятие 2. Расчет шарнирно-винтовой передачи для линейного мехатронного модуля Практическое занятие 3. Расчет реечной передачи для захватного устройства Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование робота, работающего в цилиндрической системе координат Лабораторная работа 2. Проектирование и моделирование робота, работающего в сферической системе координат Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Текущая подготовка к лабораторным работам. Выполнение курсового проекта	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2
8	Расчеты при нагрузениях роботов. Захватные устройства роботов	Лекция 1. Расчет на прочность при статическом нагружении Лекция 2. Расчет на выносливость Лекция 3. Расчет на жесткость Лекция 4. Захватные устройства роботов Практическое занятие 1. Расчет звена робота на прочность при статическом нагружении Практическое занятие 2. Расчеты звена робота на жесткость и выносливость Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование робота, работающего в ангулярной системе координат Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		литературы. Текущая подготовка к лабораторным работам. Выполнение курсового проекта	
9	Погрешности при проектировании роботов	Лекция 1. Погрешности обобщенных координат Лекция 2. Кинематическая погрешность и мертвый ход Лекция 3. Погрешность установки робота Лекция 4. Погрешность позиционирования робота Практическое занятие 1. Расчет кинематической погрешности и мертвого хода винтовой передачи скольжения, шарико-винтовой и зубчатой передачи Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование SCARA-робота Лабораторная работа 2. Проектирование и моделирование дельта-робота Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Текущая подготовка к лабораторным работам. Выполнение курсового проекта	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2
10	Направляющие и люфтовывирающие механизмы роботов	Лекция 1. Расчет направляющих Лекция 2. Люфтовывирающие механизмы Практическое занятие 1. Расчет шарикосплайновых и LM-направляющих Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование сварочного робота Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Текущая подготовка к лабораторным работам. Выполнение курсового проекта	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2
11	Надежность роботов	Лекция 1. Расчет надежности Лабораторная работа 1. Проектирование и моделирование робота-паллетайзера Самостоятельная работа. Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. Текущая подготовка к лабораторным работам. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации	ОПК-11.1.3 ОПК-11.2.1 ОПК-12.1.1 ПК-1.1.2 ПК-1.2.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-1.3.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения о роботах и их конструировании	6	4	–	4	14
2	Кинематика роботов	8	8	–	8	24
3	Динамика роботов	4	6	–	8	18
4	Электропривод и тормозные устройства роботов	10	14	–	12	36
5	Информационные устройства роботов, протоколы и интерфейсы	4	–	–	8	12
6	Компоновки роботизированных ячеек	2	2	2	6	12
7	Преобразователи движения в приводах роботов. Захватные устройства	10	6	4	12	32
8	Расчеты при нагружениях роботов	6	4	2	12	24
9	Погрешности при проектировании роботов	8	2	4	12	26
10	Направляющие и люфтовывбирающие механизмы роботов	4	2	2	18	26
11	Надежность роботов	2	–	2	20	24
	Итого	64	48	16	120	248
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						288

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации учащихся 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:

1. 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, приведенной в разделе 8 рабочей программы.

2. 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).

3. 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 бакалавриата, 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:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- антивирус Касперского;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;
- язык программирования Python;
- RoboDK;
- Компас-3D.

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/> — 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;
- «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – URL: <http://consultant.ru/> — Режим доступа: свободный;

- «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://garant.ru/> — Режим доступа: свободный;
- Главная книга [Электронный ресурс]. – URL: <http://glavkniga.ru/> — Режим доступа: свободный.

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

- Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-6792-1 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152449>;
- Авцинов, И. А. Основы организационно- технологического управления роботизированными комплексами. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. А. Авцинов, В. К. Битюков; под редакцией И. А. Хаустова. — Воронеж: ВГУИТ, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-00032-570-4 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/254504>;
- Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. — Минск: Новое знание, 2014. — 376 с. — ISBN 978-985-475-712-4 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64774>;
- Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]: учебник / П. В. Шарупич, С. В. Шарупич, Т. С. Шарупич [и др.] ; под редакцией В. П. Шарупича. — Орел: Патент. Град-Риц, [б. г.]. — Том 1 — 2010. — 252 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103005>;
- Жежера, Н. И. Микропроцессорные системы автоматизации технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Жежера. — 2-е изд. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-9729-0517-1 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/148324>.

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

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: <http://my.pgups.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sdo.pgups.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Разработчик(-и) рабочей программы
доцент

А.Н. Сычугов

«30» января 2026 г.