

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.30 «Моделирование роботов»

для направления подготовки

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

по программе бакалавра

«Автоматизация, робототехника и мехатроника»

Форма обучения – очная

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 «Моделирование роботов» (Б1.О.30) (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 дисциплины «Моделирование роботов» является формирование знаний и практических навыков в разработке и практическом использовании математических моделей в задачах расчета и исследования робототехнических систем и роботизированных комплексов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение общих подходов к математическому моделированию роботизированных комплексов с использованием современных средств вычислительной техники,
- изучение теоретических основ разработки и применения математических моделей робототехнических систем и роботизированных комплексов;
- ознакомление с существующими пакетами прикладных программ использующихся для численного исследования робототехнических систем и роботизированных комплексов;
- овладение навыками применения вычислительной техники при решении задач математического моделирования робототехнических систем и роботизированных комплексов.

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.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	
ОПК-4.3.1. Имеет навыки работы с современными компьютерными операционными системами и программными продуктами, применяемыми в современных информационных технологиях для выполнения работ в области профессиональной деятельности.	Обучающийся имеет навыки: – работы с современными компьютерными операционными системами и программными продуктами, применяемыми в современных информационных технологиях для выполнения работ в области профессиональной деятельности
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 стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.	
ОПК-11.1.1. Знает 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, цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.	Обучающийся знает: – 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, цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем
ПК-2. Внедрение средств автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства.	
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 умеет: – 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.

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 объем дисциплины и виды учебной работы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		6	7
Контактная работа (по видам учебных занятий).	112	48	64
В том числе:			
– лекции (Л)	64	32	32
– практические занятия (ПЗ)	48	16	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	136	56	80
Контроль	40	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	–	3	Э, КР
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 приведены в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 6			
1	Общие понятия математического моделирования робототехнических систем.	Лекция 1. Общие сведения о моделировании технических систем. Математическая модель объекта моделирования. Структурная схема объекта моделирования. Принципы дискретизации технических систем. Лекция 2. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Средства изучения математических моделей. Практическое занятие 1. Этапы математического моделирования. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
2	Численные методы аппроксимации	Лекция 3. Численные методы аппроксимации Функции, заданные в табличной форме. Обработка экспериментальных и статистических данных. Ошибки эксперимента. Функции регрессии, сглаживания, предсказания. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	
3	Решение уравнений и систем уравнений численными методами.	Лекция 4 Решение уравнений и систем уравнений. Решение уравнений с нелинейными коэффициентами. Функции для решения уравнений. Область применения. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	
4	Описание переходных процессов в робототехнических системах с помощью систем дифференциальных уравнений и методы их решения	Лекция 5 Дифференциальные уравнения и их применение в практике робототехники. Классификация задач, решаемых с помощью дифференциальных уравнений. Лекция 6. Методы решения дифференциальных уравнений и уравнений математической физики. Метод переменных состояния. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	
5	Моделирование	Лекция 7 Механические системы роботов.	ОПК-4.3.1

	механических систем роботов	Механизмы, использующие вращательное и поступательное движение. Преобразователи движения. Лекция 8. Моделирование манипуляторов и пространственных механизмов. Прямая задача и обратная задачи кинематики. Преобразование координат. Матрицы поворота и смещения. Кватернионы. Лекция 9 Прямая и обратная задачи динамики. Методы решения задачи динамики. Механические связи. Принцип освобождения от связей. Метод Ньютона-Эйлера. Метод Эйлера-Лагранжа. Лекция 10. Моделирование динамики механических систем с упругими связями. Лекция 11. Методы моделирования сложных технических систем с помощью методов численного моделирования в системах Solid Works, Comsol Multybody Dynamics и Simintech. Практическое занятие 2 Кинематический расчет трехзвенного манипулятора аналитическим методом. Практическое занятие 3 Кинематический расчет трехзвенного манипулятора в системе имитационного моделирования Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
6	Основы моделирования систем управления робототехническими системами.	Лекция 13 Системы регулирования. Моделирование регуляторов различного типа (П, Д, ПД, ПИ, ПИД-регуляторы). Лекция 14 Моделирование дискретных систем управления. Моделирование аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя. Моделирование фильтра Калмана. Практическое занятие 4 Математическая модель системы с ПИ-регулятором. Практическое занятие 5 Математическое моделирование фильтра Калмана Практическое занятие 6 Математическое моделирование АЦП Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
7	Моделирование электрической части роботов	Лекция 15 (2 часа) Общие принципы построения математических моделей систем электропривода робототехнических систем. Метод переменных состояния. Практическое занятие 7 Расчет процессов в электрической цепи робота методом переменных состояния Практическое занятие 8. Математическая модель	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2

		системы привода колесного робота	
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	
Модуль 7			
8	Нелинейная динамика приводных систем	Лекция 1. Приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил. Уравнения движения жёстких механических систем. Лекция 2. Модели типовых нелинейностей Лекция 3. Динамика нелинейных объектов управления. Лекция 4. Нелинейные модели регуляторов Практическое занятие 9. Модели нелинейных объектов управления в системе имитационного моделирования. Практическое занятие 10. Анализ переходных процессов в нелинейной механической системе Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
9	Динамические модели систем с упругими связями	Лекция 5. Анализ двухмассовой системы с упругими связями. Лекция 6. Анализ систем с упругими связями и ПИ-регулятором скорости. Практическое занятие 11. Моделирование двухмассовой системы с упругими связями в системе имитационного моделирования Практическое занятие 12. Анализ переходных процессов в двухмассовой системе с упругими связями Практическое занятие 13. Имитационное моделирование системы стабилизации Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
10	Динамика цифровых приводных систем	Лекция 7. Дискретно-непрерывные модели цифровых систем. Лекция 8. Анализ непрерывной цифровой следящей системы. Практическое занятие 14 (4 часа). Имитационное моделирование следящей системы. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
11	Многозвенные механизмы и контактные взаимодействия.	Лекция 9. Моделирование исполнительных систем манипуляционных роботов. Лекция 10. Моделирование многозвенных механизмов.	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2

		Лекция 11. Моделирование контактного взаимодействия. Лекция 12. Моделирование захватных устройств. Практическое занятие 15(4 часа). Имитационное моделирование многозвенного манипулятора Практическое занятие 16. Моделирование контактного взаимодействия Практическое занятие 17 (4 часа). Динамические модели многотельных систем. Практическое занятие 18 (4 часа) моделирование захватного устройства Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	
12	Вероятностные модели и планирование эксперимента.	Лекция 13. Моделирование и анализ вероятностных систем. Лекция 14. Экспериментальные факторные математические модели. Лекция 15. Стохастические модели. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2
7	Искусственные нейронные сети	Лекция 16. Искусственные нейронные сети. Практическое занятие 19 (4 часа). Искусственные нейронные сети и их применение в робототехнике. Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-4.3.1 ОПК-11.1.1 ПК-2.2.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий. Для очной формы обучения представлены в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПР	СРС	Всего
Модуль 6					
1	Общие понятия математического моделирования робототехнических систем.	4	2	8	14
2	Численные методы аппроксимации	2	---		
3	Решение уравнений и систем уравнений численными методами	2	---		
4	Описание переходных процессов в робототехнических системах с помощью систем дифференциальных уравнений и методы их решения	4	---		
5	Моделирование механических систем роботов	10	4	8	14
6	Основы моделирования систем управления робототехническими системами..	4	6	8	16
7	Моделирование электрической части роботов	6	4	10	18
Итого за 6 семестр		32	16	20	68
Контроль					4

Всего за 6 семестр (общая трудоемкость, час.)					72
Модуль 7					
8	Нелинейная динамика приводных систем	8	4	15	14
9	Динамические модели систем с упругими связями	4	6	15	
10	Динамика цифровых приводных систем	4	4	15	
11	Многозвенные механизмы и контактные взаимодействия.	8	14	15	
12	Вероятностные модели и планирование эксперимента.	6	-	10	
13	Искусственные нейронные сети.	2	4	10	
Итого за 7 семестр		32	32	80	144
Контроль					36
Всего за 7 семестр (общая трудоемкость, час.)					180
Итого		64	64	100	228
Контроль					40
Всего (общая трудоёмкость, час.)					288

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:

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, приведенное 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 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
- Arduino IDE;
- VS Code.

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:

- Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 125 с.
- Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.— Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 116 с.
- Воскобойников, Ю. Е. Статистический анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel: учебное пособие для вузов / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург: Лань, 2021.— 212с.
- Моделирование систем и процессов: учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.]; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 450 с.
- Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD: учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 352 с.
- Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 343 с.
- Доев, В. С. Сборник заданий по теоретической механике на базе MATHCAD: учебное пособие для спо / В. С. Доев, Ф. А. Доронин. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 588 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

«30» января 2026 г.

_____ *А.С. Ватаев*