

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

ФТД.01

Основы мехатроники

Учебный план: 2025-2026 15.04.02 ИИТА КИТМ ОО №2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:
(специализация) Компьютерный инжиниринг технологических машин

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Усов Алексей Георгиевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

Марковец Алексей
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Марковец Алексей
Владимирович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области основ мехатроники, обеспечить понимание базовых категорий и принципов мехатроники, приобретение практических навыков анализа и синтеза мехатронных объектов, формирование информационной и методологической базы для изучения специальных дисциплин.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучение принципов построения и основ проектирования робототехнических и мехатронных систем.
- Знакомство с современным состоянием развития роботов и мехатронных модулей.
- Демонстрация синергетического характера интеграции составляющих элементов изучаемых объектов.
- Формирование навыков проектирования мехатронных модулей и систем управления роботизированным производством, разработки их аппаратно-программного обеспечения

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математическое моделирование

Технологии 3D-моделирования машиностроительных изделий

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен сопровождать жизненный цикл продукции машиностроения
Знать: особенности разработки динамических и математических моделей мехатронных систем.
Уметь: разрабатывать и анализировать динамические и математические модели мехатронных систем.
Владеть: навыками математического моделирования мехатронных систем с применением современного программного обеспечения.
ПК-2: Способен исследовать производство и формировать предложения по его совершенствованию
Знать: методы построения, анализа и математического моделирования мехатронных систем.
Уметь: выбирать методы построения математических моделей мехатронных систем.
Владеть: навыками разработки математических моделей мехатронных систем по их динамическим моделям.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основные сведения о мехатронике, промышленные роботы и их характеристики	2					О
Тема 1. Предпосылки развития мехатроники и робототехники области применения мехатронных и робототехнических систем. Преимущества мехатронных устройств и систем. Определение мехатроники, как новой области науки и техники. Поколения мехатронных модулей. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и мехатронного подходов в их проектировании. Сущность мехатронного подхода в проектировании и эксплуатации МС. Потенциально возможные точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули. Методы построения мехатронных устройств. Практическое занятие: Современные мехатронные и робототехнические системы в автоматизированном машиностроении		2	2	5	ГД	
Тема 2. Промышленный робот, определение. Функциональная схема ПР. Структурная схема ПР. Поколения роботов. Роботы с программным управлением, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы. Кинематические схемы ПР. Системы координатных перемещений, рабочее пространство, рабочая зона ПР. Классификация промышленных роботов. Принципы построения ПР: агрегатный, агрегатно - модульный, модульный принципы построения. Номенклатура основных технических характеристик ПР, их определение, параметрические ряды этих характеристик. Практическое занятие: Изучение структурных схем манипуляционных устройств		2	2	5		
Раздел 2. Принципы расчета параметров мехатронных устройств и промышленных роботов						О
Тема 3. Кинематика манипуляторов. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов. Матрицы поворота. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера. Практическое занятие: Решение прямой и обратной задачи кинематики манипуляционного устройства		5	5	5,75		

Тема 4. Методы построения динамических моделей мехатронных устройств и их математическое описание. Практическое занятие: Анализ динамики манипуляционного устройства		4	4	5	ГД	
Тема 5. Приводы мехатронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования. Практическое занятие: Расчет удерживающих усилий в захватном устройстве		1	1	5	ГД	
Тема 6. Принципы и системы управления мехатронных и робототехнических устройств. Практическое занятие: Точностной расчет манипуляционного устройства		1	1	5	ГД	
Тема 7. Мехатронные устройства в текстильной и легкой промышленности: швейные роботы, вышивальные автоматы, автоматизированные раскройные и вырубочные комплексы и др. Практическое занятие: Современные мехатронные системы в технологическом оборудовании отрасли		2	2	7	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	37,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		34,25		37,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Классифицирует мехатронные системы; характеризует особенности методов анализа и математического моделирования мехатронной системы в зависимости от ее классификации. Использует методы определения кинематических и динамических характеристик полюса рабочего органа мехатронной системы применительно к технологическим машинам и оборудованию. Применяет методы разработки математических моделей мехатронных систем для решения задач выведения полюса рабочего органа в заданную точку пространства при заданной ориентации объекта.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания
ПК-2	Называет принципы решения прямой и обратной задачи кинематики при исследовании многокоординатной мехатронной системы. Выполняет построение динамической модели и разрабатывает математическую модель мехатронной системы применительно к решению задач кинематического и динамического анализа. Применяет программное обеспечение для выполнения вычислений и моделирования мехатронных систем.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся ответил на вопросы устного собеседования, решил	

	практические задачи, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
Не зачтено	Обучающийся не ответил на вопросы устного собеседования, не решил практические задачи, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Определение мехатроники. Цель и предмет мехатроники. Области применения мехатронных систем
2	Требования к функциональным и техническим показателям модулей мехатронных систем
3	Основные понятия робототехники: робот, степень подвижности, манипулятор, рабочий орган, система управления, робототехническое устройство, робототехнический комплекс, промышленный робот
4	Признаки классификации промышленных роботов (грузоподъемность, возможность передвижения, тип привода, способ установки на рабочем месте, выполняемая технологическая операция, способ управления, способ программирования, базовая система координат)
5	Расчет степени подвижности манипуляционной системы промышленного робота
6	Кинематические схемы манипуляторов и их особенности. Виды и конструкции захватов. Постановка задачи позиционирования захвата.
7	Прямая позиционная задача. Определение зоны обслуживания манипулятора. Коэффициент сервиса. Применение матричных расчетов в компьютерной системе МАТЛАБ
8	Обратная позиционная задача (ОПЗ). Аналитические методы решения тригонометрических уравнений. Решение ОПЗ на компьютере.
9	Вычисление скоростей и ускорений звеньев манипулятора. Прямая и обратная задачи о скорости. Допустимые скорости и ускорения.
10	Статика манипулятора. Система уравнений равновесия звеньев. Применение принципа возможных перемещений.
11	Главный вектор и главный момент сил инерции. Составление и решение уравнений кинетостатики манипулятора. Анализ рабочих сил и моментов.
12	Принципы работы и устройство электродвигателей (ЭД): асинхронного, синхронного двигателей переменного тока и двигателей постоянного тока.
13	Электромеханические характеристики двигателей.
14	Управление электродвигателем по току и по напряжению.
15	Особенности управления шаговым ЭД. Коммутаторы. Гидроусилители. Гидромоторы.
16	Уравнения Лагранжа 1 рода в случае наличия внешних связей. Переход от обобщенных координат к абсолютным декартовым. Вычисления, связанные с преобразованием матриц Якоби.
17	Критерии оптимальности управления движением манипулятора: быстродействие, точность позиционирования, безударность, энергосбережение и другие. Многокритериальные задачи
18	Сенсорные датчики. Принципы работы (эффекты Холла, Саньяка, etc) и устройство оптических и ультразвуковых датчиков положения, скорости, ускорения и ориентации.
19	Мехатронные устройства в текстильной и легкой промышленности.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении к данной РПД

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку к зачету – 0,5 час.; зачет проходит в учебной аудитории

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Глухов, В. С., Дикой, А. А., Галустов, Р. А., Дикая, И. В.	Основы робототехники	Армавир: Армавирский государственный педагогический университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/82448.html
Крамаренко, Н. В., Рыков, А. А.	Алгоритмы управления движениями точки и робота-манипулятора	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2016	http://www.iprbookshop.ru/91317.html
Рябцев, В. А., Воропаев, А. А., Хван, Д. В.	Основы механики	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/108306.html
Подураев, Ю. В.	Мехатроника: основы, методы, применение	Саратов: Ай Пи Ар Медиа	2019	http://www.iprbookshop.ru/86501.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дьяконов, В. П.	MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров	Саратов: Профобразование	2019	http://www.iprbookshop.ru/87980.html
Тырыкин, С. В., Белоруцкий, Р. Ю.	Применение MATLAB для моделирования радиотехнических сигналов и устройств	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/91676.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>
Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>
Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MATLAB

Octave

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления
ВЕРТИКАЛЬ

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления
КОМПАС-3D

SolidWorks Education Edition на SolidWorks 500 CAMPUS

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины


Основы мехатроники

наименование дисциплины

по направлению подготовки
наименование ОП (профиля):

15.04.02 Технологические машины и оборудование
Компьютерный инжиниринг технологических машин

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)	
	Семестр 2	
1	В абсолютной системе координат $Oxyz$ совершаются следующие движения: поворот на угол α вокруг оси Ox , сдвиг на a единиц длины вдоль оси Ox , сдвиг на d единиц вдоль оси Oy , поворот на угол β вокруг оси Oz . Сконструировать расширенную матрицу результирующего движения. Использовать систему вычислений МАТЛАБ.	
2	<p>Наискорейшее время τ перемещения вала привода на угол φ при постоянном приведенном вращающем моменте M и моменте инерции привода J обеспечивается старт-стопным режимом вращения $\omega = M\tau/2J - Mt/J$. Синусоидальный режим выражается функцией $\omega = A(1 - \cos 2\pi t/\tau)$. Какое значение амплитуды A обеспечивает такое же перемещение за то же время?</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div>	
3	<p>Определить законы изменения обобщенных координат φ, ψ манипулятора в интервале $t \in [0; 1]$, если точка А захвата движется согласно уравнениям $x_A = 1.226 + 0.2t$, $y_A = 0.0987$ (м). $\varphi_0 = 32^\circ$, $\psi_0 = 17^\circ$, $a = 0.3$ м, $b = 0.5$ м. Для решения задачи составить программу в МАТЛАБ.</p> 