



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основы конструкций промышленных роботов и наземных транспортно-технологических машин

направление подготовки/специальность 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Проектирование  
мехатронных, робототехнических систем и комплексов

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - способствовать приобретению студентами теоретических знаний и практических навыков по выбору и конструированию промышленных роботов и роботизации наземных транспортно-технологических машин.

Задачи дисциплины:

- привить студентам знания и умения, необходимые для проектирования средств автоматизации и роботизации наземных транспортно-технологических машин;
- изучить основы конструкций робототехники;
- ознакомиться с основами конструкций транспортно-технологической робототехники.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;	ОПК-14.3 Демонстрирует применение разработанного алгоритма и (или) компьютерной программы	<b>знает</b> принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности <b>умеет</b> осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем <b>владеет</b> технологиями, применения инструментальных программно-аппаратных средств реализации информационных систем
ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности;	ОПК-2.3 Демонстрирует применение специализированного программного обеспечения в соответствии с заданием	<b>знает</b> методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа <b>умеет</b> применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников <b>владеет</b> методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.24 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Эксплуатационные материалы	ОПК-12.3, ОПК-7.4
2	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
3	Метрология, стандартизация и сертификация	ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
4	Сопротивление материалов	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3
5	Технология конструкционных материалов	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
6	Инженерная графика	ОПК-5.4
7	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-4.3
8	Физика	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5
9	Начертательная геометрия	ОПК-5.4

Для изучения дисциплины обучающиеся должны знать:

Математику  
 Физику  
 Детали машин  
 Теоретическую механику  
 Технологию конструкционных материалов  
 Инженерную графику и техническое черчение  
 Метрологию, стандартизацию и сертификацию  
 Сопротивление материалов  
 Инженерная графика  
 Теоретическая механика  
 Физика  
 Начертательная геометрия

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Электрические приводы мехатронных и робототехнических систем	ПК-2.2
2	Исследование и испытание мехатронных и робототехнических систем и комплексов	ПК-1.1, ПК-2.1
3	Мехатронные системы транспортных средств	ПК-2.6
4	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4,

	<p>УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-11.5, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ОПК-12.5, ОПК-12.6, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-2.8, ПК-2.9, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7, ПК(С)-1.1, ПК(С)-1.2, ПК(С)-1.3, ПК(С)-1.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6</p>
--	---

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			5
<b>Контактная работа</b>	80		80
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	48	0	48
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	71,75		71,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	180		180
<b>зачетные единицы:</b>	5		5

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Основы конструкций промышленных роботов и наземных транспортно-технологических машин										
1.1.	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов	5	2		2				4	8	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.2.	Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники	5	2		4				4	10	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.3.	Элементы робототехнических конструкций	5	2		2				4	8	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.4.	Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматики и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы	5	2		4				4	10	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.5.	Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы	5	2		2				4	8	ОПК-2.3, ОПК-14.3

1.6.	Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии	5	2	4				4	10	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.7.	Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения	5	2	2				4	8	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.8.	Системы программного управления. Информационные системы	5	2	4				4	10	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.9.	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства	5	2	2				4	8	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.10.	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	5	2	4				5	11	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.11.	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ	5	2	2				5	9	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.12.	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	5	2	4				5	11	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.13.	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки	5	2	2				5	9	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.14.	Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет	5	2	4				5	11	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.15.	Управление промышленными роботами	5	2	2				5	9	ОПК-2.3, ОПК-14.3
1.16.	Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования	5	2	4				5,75	11,75	ОПК-2.3, ОПК-14.3

2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Курсовая работа	5							1,25	ОПК-2.3, ОПК-14.3	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Экзамен	5							27	ОПК-2.3, ОПК-14.3	

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов	<p>Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов</p> <p>Роботизация — конкурентное преимущество, необходимое всем компаниям. Это дает стабильность качества, возможность прогноза выпуска продукции и лидирующее положение на рынке.</p> <p>Роботизированные системы повышают эффективность и безопасность производства, а также снижают затраты и риски. Такие системы адаптируются к различным условиям труда и требованиям, а также обеспечивают гибкость и масштабируемость процессов.</p>
2	Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники	<p>Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники</p> <p>Классификация: основные признаки</p> <p>Существует огромное количество различных роботов, которые отличаются друг от друга назначением, функционалом, характеристиками и т. д., но независимо от своего вида, каждый из них в обязательном порядке имеет манипулятор и управляющий блок, предназначенный для воздействия на исполнительные органы прибора.</p> <p>Стандартная классификация включает в себя несколько видов роботов.</p> <p>Покрасочные роботы. Предназначены для быстрого и качественного нанесения на изделия лакокрасочных покрытий.</p> <p>Роботы для сварки. Способны создавать конструкции любой сложности, экономя при этом время и снижая затраты на производство. Могут быть: лазерными, дугowymi, точечными, газовыми, плазменными.</p> <p>Роботы для паллетирования. Предназначены для погрузки и выгрузки товара с поддонов. Способны передвигать грузы весом более тонны.</p> <p>Манипуляторы. Предназначены для перемещений изделий внутри рабочего поля под разными углами. Имеют датчики обратной связи, манипулятивную кисть, захватное устройство и др. специфические особенности.</p> <p>Устройства для обслуживания станков. Работают в сцепке со станками, обеспечивая круглосуточную и своевременную подачу материалов. Технология увеличивает производительность линии более чем на 25 %. Один робот может одновременно обслуживать</p>

		<p>сразу несколько станков.</p> <p>Коллаборативные роботы. Способны работать совместно с человеком. Отличаются компактностью и безопасностью. В основном применяются в автомобилестроении и производстве электроники.</p>
3	<p>Элементы робототехнических конструкций</p>	<p>Элементы робототехнических конструкций</p> <p>Робототехнические конструкции состоят из нескольких основных элементов, которые взаимодействуют между собой для выполнения задач. Вот некоторые из них:</p> <p><b>Механические компоненты</b>  Механические компоненты включают в себя все физические части робота, которые обеспечивают его движение и манипуляцию объектами. Это могут быть различные соединительные детали, шарниры, приводы, руки, ноги и другие механизмы. Механические компоненты должны быть прочными, надежными и гибкими для адаптации к различным задачам.</p> <p><b>Электронные компоненты</b>  Электронные компоненты отвечают за управление и контроль работы робота. Они включают в себя микроконтроллеры, платы расширения, схемы питания, провода и разъемы. Электронные компоненты обеспечивают передачу сигналов и энергии между различными частями робота.</p> <p><b>Сенсоры и датчики</b>  Сенсоры и датчики позволяют роботу воспринимать окружающую среду и получать информацию о ней. Это могут быть датчики расстояния, датчики прикосновения, камеры, микрофоны, акселерометры и другие устройства. Сенсоры и датчики помогают роботу анализировать данные и принимать решения на основе полученной информации.</p> <p><b>Приводы и актуаторы</b>  Приводы и актуаторы отвечают за движение и выполнение задач робота. Приводы могут быть электрическими, гидравлическими или пневматическими и обеспечивают вращение, подъем, опрокидывание и другие движения. Актуаторы, такие как грипперы или пинцеты, позволяют роботу схватывать и манипулировать объектами.</p> <p><b>Компьютерное управление и программное обеспечение</b>  Компьютерное управление и программное обеспечение являются мозгом робота. Они отвечают за обработку информации от сенсоров, принятие решений и управление движением и действиями робота. Программное обеспечение может быть написано на различных языках программирования и включать в себя алгоритмы, искусственный интеллект и другие технологии.</p>
4	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматике и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов,</p>	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматике и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы</p> <p>Параметры, определяющие технический уровень роботов. Наряду с классификационными параметрами роботы характеризуются параметрами, которые обуславливают их технический уровень. К ним относятся и некоторые из рассмотренных выше параметров, которые могут иметь количественное выражение:</p>



	компоновочные схемы	<p>– быстродействие;  – точность, объем памяти;  – число каналов связи с внешним оборудованием и др.</p> <p>При использовании этих параметров для классификации роботов их разбивают на группы и т.о. определяют тип робота, а сравнительную оценку его технического уровня производят исходя из конкретных численных значений следующих параметров:</p> <p>– надежность;  – число одновременно работающих степеней подвижности;  – время программирования;  – удельная грузоподъемность, отнесенная к массе робота;  – выходная мощность манипулятора - произведение грузоподъемности на скорость перемещения, отнесенная к мощности его приводов;  – относительные оценки габаритных параметров, манипуляционных кинематических и динамических характеристик, управляемости робота, возможностей программирования, экономической эффективности и т. п.</p>
5	<p>Кинематика роботов.  Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p>	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p> <p>Рабочий орган промышленного робота — составная часть манипулятора промышленного робота для непосредственного выполнения технологических операций или вспомогательных переходов.</p> <p>Манипуляторы промышленных роботов оснащают двумя классами рабочих органов, к которым относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• захватные устройства (ЗУ), предназначенные для захватывания и удержания предметов производства (ПП) или технологической оснастки (ГОСТ 26063—84);</li> <li>• инструменты и технологические головки — приспособления и устройства, выполняющие основные технологические операции.</li> </ul> <p>Захватные устройства могут удерживать детали, оснастку, инструменты и технологические головки.</p>
6	<p>Приводы роботов.  Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p>	<p>Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p> <p>Промышленные роботы используются во всех видах производства. Использование машины вместо использования человеческого труда позволяет значительно ускорить и оптимизировать заданный производственный процесс. Подвижность рабочих органов данного робота обеспечивается его приводным узлом. Для каждой степени свободы робота назначается отдельный привод для изменения координат его положения.</p> <p>В зависимости от вида энергии, используемой для приведения в действие отдельных механизмов, можно выделить три основных привода, применяемых в промышленных роботах:</p> <p>электроприводы,  электروهидравлические приводы,  пневматические приводы.</p>

7	<p>Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения</p> <p>Датчики являются важной частью робототехники, так как они позволяют роботам взаимодействовать с окружающей средой и получать информацию о ней. Существует множество различных типов датчиков, каждый из которых предназначен для измерения определенных параметров или условий окружающей среды.</p> <p>Датчики, реагирующие на условия окружающей среды Эти датчики используются для измерения параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, давление и т.д. Они позволяют роботу адаптироваться к изменяющимся условиям и принимать соответствующие решения.</p> <p>Датчики для измерения расстояния Эти датчики используются для измерения расстояния между роботом и объектами в окружающей среде. Они могут быть основаны на различных принципах, таких как ультразвук, инфракрасное излучение или лазерное сканирование. Измерение расстояния позволяет роботу избегать препятствий и планировать свое движение.</p> <p>Датчики для измерения света и цвета Эти датчики используются для измерения интенсивности света и определения цвета объектов. Они могут быть полезными для распознавания и классификации объектов, а также для выполнения задач, связанных с освещением и цветовым восприятием.</p> <p>Датчики для измерения звука Эти датчики используются для измерения уровня звука и анализа звуковых сигналов. Они могут быть полезными для распознавания звуковых сигналов, коммуникации с людьми или другими роботами, а также для выполнения задач, связанных с акустической средой.</p> <p>Датчики для измерения температуры и влажности Эти датчики используются для измерения температуры и влажности окружающей среды. Они могут быть полезными для контроля климата, управления системами отопления и кондиционирования воздуха, а также для выполнения задач, связанных с метеорологией и агрокультурой.</p> <p>Датчики для измерения движения и ускорения Эти датчики используются для измерения движения и ускорения робота. Они могут быть полезными для навигации, позиционирования и контроля движения робота, а также для выполнения задач, связанных с физической активностью и спортом.</p> <p>Применение датчиков роботов в различных областях Датчики роботов находят применение во многих областях, включая промышленность, медицину, автоматизацию домашних устройств, транспорт, науку и многое другое. Они помогают роботам взаимодействовать с окружающей средой, выполнять задачи и улучшать качество жизни людей.</p>	
8	<p>Системы программного управления.</p>	<p>Системы программного управления. Информационные системы</p> <p>Программное управление – это наиболее простой тип системы управления роботами. В этом случае робот выполняет заранее</p>

	Информационные системы	заданную программу, которая определяет его действия и поведение. Программа может быть написана на специальном языке программирования или создана с помощью графического интерфейса. Программное управление часто используется в промышленных роботах для выполнения повторяющихся задач.
9	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства Робототехнический комплекс – это автономно действующая совокупность технологических средств производства, включающая основное и вспомогательное технологическое оборудование и промышленные роботы, выполняющие технологические основные и вспомогательные операции, а также обеспечивающая полностью автоматический цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.
10	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы Наиболее перспективными среди транспортных устройств, особенно в автоматических производствах (гибкие производственные системы, робототехнические комплексы), являются транспортные роботы. Они являются универсальными гибкими транспортными средствами, отличаются малогабаритностью подвижного состава, автоматическими перемещениями и загрузочно-разгрузочными работами. Напольные рельсовые транспортные роботы Напольные безрельсовые транспортные роботы
11	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ Манипулятор (грузоподъемное устройство) — многозвенный механизм с приводами в каждом суставе. Применяется для подъема и переноса тяжелых грузов. Является сбалансированным манипулятором — груз в грузозахватном устройстве удерживается в любом положении неподвижно. Оператор передвигает груз непосредственно, либо с помощью дистанционного управления. В качестве приводов используются электрическое и гидравлическое оборудование.
12	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ Земляные работы являются составной частью строительства большинства инженерных сооружений. Они включают: отрывку котлованов, траншей и мелиоративных каналов; возведение насыпей, плотин; устройство закрытых проходов в грунте в виде шахт и туннелей под различные подземные сооружения; бурение горизонтальных, наклонных и вертикальных скважин при бестраншейной прокладке трубопроводов под насыпями железных и шоссейных дорог, для установки свайных опор в плотных грунтах, для закладки зарядов взрывчатых веществ при разработке грунтов взрывом и т. п. По характеру рабочего процесса, составу операций и последовательности их выполнения земляные сооружения делят на выемки и насыпи. Выемка образуется в результате удаления излишков грунта за ее пределы, а насыпь — путем отсыпки грунта, внесенного извне, с его послойным уплотнением. В общем комплексе работ на строительном объекте земляные работы чаще всего выполняют раньше других. В этом случае им предшествует подготовка строительной площадки — удаление

		каменной, срезка кустарника, корчевка пней, планировка и засыпка ям и т. п.
13	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки	<p>Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки</p> <p>Повсеместное внедрение робототехнических средств обусловлено не только экономическими и техническими предпосылками, но и социальными, так как непрерывно увеличивающиеся объемы производства обуславливают возникновение дефицита трудовых ресурсов.</p> <p>Манипулятор (от французского слова «манус» — рука) — машина-орудие, содержащее рабочий орган, имитирующий двигательные и рабочие функции руки человека. По существу, манипулятор — исполнительный орган, оснащенный приводом и соединенный с пультом управления электрическим кабелем. Основным элементом манипулятора является рабочий орган — часть исполнительного органа в виде схвата (захвата, зажима, инструмента и т. п.), реализующий основное назначение манипулятора. Обычно рабочий орган называют рукой манипулятора. Наибольшее распространение среди таких манипуляторов получили универсальные шарнирные сбалансированные манипуляторы, установленные стационарно или на передвижной тележке.</p>
14	Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет	<p>Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет</p> <p>Промышленный робот - автоматическая машина состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенное для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах.</p> <p>Манипулятор - совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляет под управлением программного автоматического устройства или человеко-оператора манипуляции которого аналогичны действиям руки человека.</p> <p>Назначение и область применения: Промышленный робот(ПР) предназначен для замены человека в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождение человека от работ связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, требует высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства созданные на базе ПР позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и штучном производстве. Манипулятор ПР по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена, закрепленного в нем объекта, манипулирования в пространстве, по заданной траектории и с заданной ориентацией.</p>
15	Управление промышленными роботами	<p>Управление промышленными роботами</p> <p>Управление промышленными роботами — это совокупность воздействий на их механизмы, обеспечивающих выполнение ими рабочего цикла, а система управления — совокупность устройств, реализующих эти воздействия. Применительно к роботам различают два вида управления: автоматическое и ручное.</p> <p>Ручное управление основывается на том, что решения об исполнении тех или иных элементов рабочего цикла принимает человек — оператор робота, который включает или выключает соответствующие механизмы и задает параметры их работы. При ручном управлении используют различные исполнительные устройства: механические,</p>

		<p>гидравлические, пневматические, электрические, электронные и комбинированные.</p> <p>Автоматическое управление состоит в том, что решения об исполнении элементов рабочего цикла принимает система управления без участия оператора. Она же выдает команды включения и выключения механизмов робота и управляет их работой.</p>
16	<p>Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования</p>	<p>Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования</p> <p>Задача конструктора состоит в том, чтобы создать машину или оборудование, наиболее полно отвечающее поставленным требованиям, дающие наибольший экономический эффект и обладающие наиболее высокими технико – экономическими и эксплуатационными показателями.</p> <p>Главными показателями являются: высокая производительность, экономичность, прочность, надежность, малые масса и металлоемкость, габариты, энергоемкость, объем и стоимость ремонтных работ, расходы на оплату труда операторов, высокий технический ресурс и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления.</p>

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	<p>Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов</p>	<p>Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов</p> <p>Роботизация — конкурентное преимущество, необходимое всем компаниям. Это дает стабильность качества, возможность прогноза выпуска продукции и лидирующее положение на рынке.</p> <p>Роботизированные системы повышают эффективность и безопасность производства, а также снижают затраты и риски. Такие системы адаптируются к различным условиям труда и требованиям, а также обеспечивают гибкость и масштабируемость процессов.</p>
2	<p>Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники</p>	<p>Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники</p> <p>Классификация: основные признаки</p> <p>Существует огромное количество различных роботов, которые отличаются друг от друга назначением, функционалом, характеристиками и т. д., но независимо от своего вида, каждый из них в обязательном порядке имеет манипулятор и управляющий блок, предназначенный для воздействия на исполнительные органы прибора.</p> <p>Стандартная классификация включает в себя несколько видов роботов.</p> <p>Покрасочные роботы. Предназначены для быстрого и качественного нанесения на изделия лакокрасочных покрытий.</p>

		<p>Роботы для сварки. Способны создавать конструкции любой сложности, экономя при этом время и снижая затраты на производство. Могут быть: лазерными, дуговыми, точечными, газовыми, плазменными.</p> <p>Роботы для паллетирования. Предназначены для погрузки и выгрузки товара с поддонов. Способны передвигать грузы весом более тонны.</p> <p>Манипуляторы. Предназначены для перемещений изделий внутри рабочего поля под разными углами. Имеют датчики обратной связи, манипулятивную кисть, захватное устройство и др. специфические особенности.</p> <p>Устройства для обслуживания станков. Работают в сцепке со станками, обеспечивая круглосуточную и своевременную подачу материалов. Технология увеличивает производительность линии более чем на 25 %. Один робот может одновременно обслуживать сразу несколько станков.</p> <p>Коллаборативные роботы. Способны работать совместно с человеком. Отличаются компактностью и безопасностью. В основном применяются в автомобилестроении и производстве электроники.</p>
3	<p style="text-align: center;">Элементы робототехнических конструкций</p>	<p>Элементы робототехнических конструкций</p> <p>Робототехнические конструкции состоят из нескольких основных элементов, которые взаимодействуют между собой для выполнения задач. Вот некоторые из них:</p> <p><b>Механические компоненты</b> Механические компоненты включают в себя все физические части робота, которые обеспечивают его движение и манипуляцию объектами. Это могут быть различные соединительные детали, шарниры, приводы, руки, ноги и другие механизмы. Механические компоненты должны быть прочными, надежными и гибкими для адаптации к различным задачам.</p> <p><b>Электронные компоненты</b> Электронные компоненты отвечают за управление и контроль работы робота. Они включают в себя микроконтроллеры, платы расширения, схемы питания, провода и разъемы. Электронные компоненты обеспечивают передачу сигналов и энергии между различными частями робота.</p> <p><b>Сенсоры и датчики</b> Сенсоры и датчики позволяют роботу воспринимать окружающую среду и получать информацию о ней. Это могут быть датчики расстояния, датчики прикосновения, камеры, микрофоны, акселерометры и другие устройства. Сенсоры и датчики помогают роботу анализировать данные и принимать решения на основе полученной информации.</p> <p><b>Приводы и актуаторы</b> Приводы и актуаторы отвечают за движение и выполнение задач робота. Приводы могут быть электрическими, гидравлическими или пневматическими и обеспечивают вращение, подъем, опрокидывание и другие движения. Актуаторы, такие как грипперы или пинцеты, позволяют роботу схватывать и манипулировать объектами.</p> <p><b>Компьютерное управление и программное обеспечение</b></p>

		<p>Компьютерное управление и программное обеспечение являются мозгом робота. Они отвечают за обработку информации от сенсоров, принятие решений и управление движением и действиями робота. Программное обеспечение может быть написано на различных языках программирования и включать в себя алгоритмы, искусственный интеллект и другие технологии.</p>
4	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматике и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы</p>	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматике и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы</p> <p>Параметры, определяющие технический уровень роботов. Наряду с классификационными параметрами роботы характеризуются параметрами, которые обуславливают их технический уровень. К ним относятся и некоторые из рассмотренных выше параметров, которые могут иметь количественное выражение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– быстродействие;</li> <li>– точность, объем памяти;</li> <li>– число каналов связи с внешним оборудованием и др.</li> </ul> <p>При использовании этих параметров для классификации роботов их разбивают на группы и т.о. определяют тип робота, а сравнительную оценку его технического уровня производят исходя из конкретных численных значений следующих параметров:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– надежность;</li> <li>– число одновременно работающих степеней подвижности;</li> <li>– время программирования;</li> <li>– удельная грузоподъемность, отнесенная к массе робота;</li> <li>– выходная мощность манипулятора - произведение грузоподъемности на скорость перемещения, отнесенная к мощности его приводов;</li> <li>– относительные оценки габаритных параметров, манипуляционных кинематических и динамических характеристик, управляемости робота, возможностей программирования, экономической эффективности и т. п.</li> </ul>
5	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p>	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p> <p>Рабочий орган промышленного робота — составная часть манипулятора промышленного робота для непосредственного выполнения технологических операций или вспомогательных переходов.</p> <p>Манипуляторы промышленных роботов оснащают двумя классами рабочих органов, к которым относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• захватные устройства (ЗУ), предназначенные для захватывания и удержания предметов производства (ПП) или технологической оснастки (ГОСТ 26063—84);</li> <li>• инструменты и технологические головки — приспособления и устройства, выполняющие основные технологические операции. Захватные устройства могут удерживать детали, оснастку, инструменты и технологические головки.</li> </ul>
6	<p>Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в</p>	<p>Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p> <p>Промышленные роботы используются во всех видах производства.</p>

	<p>промышленной робототехнике.  Пневматические приводы.  Гидравлические приводы.  Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p>	<p>Использование машины вместо использования человеческого труда позволяет значительно ускорить и оптимизировать заданный производственный процесс. Подвижность рабочих органов данного робота обеспечивается его приводным узлом. Для каждой степени свободы робота назначается отдельный привод для изменения координат его положения.</p> <p>В зависимости от вида энергии, используемой для приведения в действие отдельных механизмов, можно выделить три основных привода, применяемых в промышленных роботах:</p> <p>электроприводы,  электрогидравлические приводы,  пневматические приводы.</p>
7	<p>Датчики. Контактные датчики.  Дистанционные датчики. Датчики позиционирования.  Датчики вращения</p>	<p>Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения</p> <p>Датчики являются важной частью робототехники, так как они позволяют роботам взаимодействовать с окружающей средой и получать информацию о ней. Существует множество различных типов датчиков, каждый из которых предназначен для измерения определенных параметров или условий окружающей среды.</p> <p>Датчики, реагирующие на условия окружающей среды  Эти датчики используются для измерения параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, давление и т.д. Они позволяют роботу адаптироваться к изменяющимся условиям и принимать соответствующие решения.</p> <p>Датчики для измерения расстояния  Эти датчики используются для измерения расстояния между роботом и объектами в окружающей среде. Они могут быть основаны на различных принципах, таких как ультразвук, инфракрасное излучение или лазерное сканирование. Измерение расстояния позволяет роботу избегать препятствий и планировать свое движение.</p> <p>Датчики для измерения света и цвета  Эти датчики используются для измерения интенсивности света и определения цвета объектов. Они могут быть полезными для распознавания и классификации объектов, а также для выполнения задач, связанных с освещением и цветовым восприятием.</p> <p>Датчики для измерения звука  Эти датчики используются для измерения уровня звука и анализа звуковых сигналов. Они могут быть полезными для распознавания звуковых сигналов, коммуникации с людьми или другими роботами, а также для выполнения задач, связанных с акустической средой.</p> <p>Датчики для измерения температуры и влажности  Эти датчики используются для измерения температуры и влажности окружающей среды. Они могут быть полезными для контроля климата, управления системами отопления и кондиционирования воздуха, а также для выполнения задач, связанных с метеорологией и агрокультурой.</p> <p>Датчики для измерения движения и ускорения</p>



		<p>Эти датчики используются для измерения движения и ускорения робота. Они могут быть полезными для навигации, позиционирования и контроля движения робота, а также для выполнения задач, связанных с физической активностью и спортом.</p> <p>Применение датчиков роботов в различных областях Датчики роботов находят применение во многих областях, включая промышленность, медицину, автоматизацию домашних устройств, транспорт, науку и многое другое. Они помогают роботам взаимодействовать с окружающей средой, выполнять задачи и улучшать качество жизни людей.</p>
8	Системы программного управления. Информационные системы	<p>Системы программного управления. Информационные системы Программное управление – это наиболее простой тип системы управления роботами. В этом случае робот выполняет заранее заданную программу, которая определяет его действия и поведение. Программа может быть написана на специальном языке программирования или создана с помощью графического интерфейса. Программное управление часто используется в промышленных роботах для выполнения повторяющихся задач.</p>
9	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства	<p>Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства Робототехнический комплекс – это автономно действующая совокупность технологических средств производства, включающая основное и вспомогательное технологическое оборудование и промышленные роботы, выполняющие технологические основные и вспомогательные операции, а также обеспечивающая полностью автоматический цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.</p>
10	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	<p>Рельсовые и безрельсовые манипуляторы Наиболее перспективными среди транспортных устройств, особенно в автоматических производствах (гибкие производственные системы, робототехнические комплексы), являются транспортные роботы. Они являются универсальными гибкими транспортными средствами, отличаются малогабаритностью подвижного состава, автоматическими перемещениями и загрузочно-разгрузочными работами. Напольные рельсовые транспортные роботы Напольные безрельсовые транспортные роботы</p>
11	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ	<p>Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ Манипулятор (грузоподъемное устройство) — многозвенный механизм с приводами в каждом суставе. Применяется для подъема и переноса тяжелых грузов. Является сбалансированным манипулятором — груз в грузозахватном устройстве удерживается в любом положении неподвижно. Оператор передвигает груз непосредственно, либо с помощью дистанционного управления. В качестве приводов используются электрическое и гидравлическое оборудование.</p>
12	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	<p>Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ Земляные работы являются составной частью строительства большинства инженерных сооружений. Они включают: отрывку котлованов, траншей и мелиоративных каналов; возведение насыпей, плотин; устройство закрытых проходов в грунте в виде шахт и туннелей под различные подземные сооружения; бурение горизонтальных, наклонных и вертикальных скважин при</p>

		<p>бестраншейной прокладке трубопроводов под насыпями железных и шоссейных дорог, для установки свайных опор в плотных грунтах, для закладки зарядов взрывчатых веществ при разработке грунтов взрывом и т. п.</p> <p>По характеру рабочего процесса, составу операций и последовательности их выполнения земляные сооружения делят на выемки и насыпи. Выемка образуется в результате удаления излишков грунта за ее пределы, а насыпь — путем отсыпки грунта, внесенного извне, с его послойным уплотнением.</p> <p>В общем комплексе работ на строительном объекте земляные работы чаще всего выполняют раньше других. В этом случае им предшествует подготовка строительной площадки — удаление камней, срезка кустарника, корчевка пней, планировка и засыпка ям и т. п.</p>
13	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки	<p>Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки</p> <p>Повсеместное внедрение робототехнических средств обусловлено не только экономическими и техническими предпосылками, но и социальными, так как непрерывно увеличивающиеся объемы производства обуславливают возникновение дефицита трудовых ресурсов.</p> <p>Манипулятор (от французского слова «манус» — рука) — машина-орудие, содержащее рабочий орган, имитирующий двигательные и рабочие функции руки человека. По существу, манипулятор — исполнительный орган, оснащенный приводом и соединенный с пультом управления электрическим кабелем. Основным элементом манипулятора является рабочий орган — часть исполнительного органа в виде схвата (захвата, зажима, инструмента и т. п.), реализующий основное назначение манипулятора. Обычно рабочий орган называют рукой манипулятора. Наибольшее распространение среди таких манипуляторов получили универсальные шарнирные сбалансированные манипуляторы, установленные стационарно или на передвижной тележке.</p>
14	Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет	<p>Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет</p> <p>Промышленный робот - автоматическая машина состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенное для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах.</p> <p>Манипулятор - совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляет под управлением программного автоматического устройства или человеко-оператора манипуляции которого аналогичны действиям руки человека.</p> <p>Назначение и область применения: Промышленный робот(ПР) предназначен для замены человека в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождение человека от работ связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, требует высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства созданные на базе ПР позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и штучном производстве. Манипулятор ПР по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена,</p>

		закрепленного в нем объекта, манипулирования в пространстве, по заданной траектории и с заданной ориентацией.
15	Управление промышленными роботами	<p>Управление промышленными роботами Управление промышленными роботами — это совокупность воздействий на их механизмы, обеспечивающих выполнение ими рабочего цикла, а система управления — совокупность устройств, реализующих эти воздействия. Применительно к роботам различают два вида управления: автоматическое и ручное.</p> <p>Ручное управление основывается на том, что решения об исполнении тех или иных элементов рабочего цикла принимает человек — оператор робота, который включает или выключает соответствующие механизмы и задает параметры их работы. При ручном управлении используют различные исполнительные устройства: механические, гидравлические, пневматические, электрические, электронные и комбинированные.</p> <p>Автоматическое управление состоит в том, что решения об исполнении элементов рабочего цикла принимает система управления без участия оператора. Она же выдает команды включения и выключения механизмов робота и управляет их работой.</p>
16	Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования	<p>Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования</p> <p>Задача конструктора состоит в том, чтобы создать машину или оборудование, наиболее полно отвечающее поставленным требованиям, дающие наибольший экономический эффект и обладающие наиболее высокими технико – экономическими и эксплуатационными показателями.</p> <p>Главными показателями являются: высокая производительность, экономичность, прочность, надежность, малые масса и металлоемкость, габариты, энергоемкость, объем и стоимость ремонтных работ, расходы на оплату труда операторов, высокий технический ресурс и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления.</p>

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов	<p>Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов</p> <p>Роботизация — конкурентное преимущество, необходимое всем компаниям. Это дает стабильность качества, возможность прогноза выпуска продукции и лидирующее положение на рынке.</p> <p>Роботизированные системы повышают эффективность и безопасность производства, а также снижают затраты и риски. Такие системы адаптируются к различным условиям труда и требованиям, а также обеспечивают гибкость и масштабируемость процессов.</p>
2	Области применения роботов.	Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов.

	<p>Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства робототехники</p>	<p>Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники Классификация: основные признаки Существует огромное количество различных роботов, которые отличаются друг от друга назначением, функционалом, характеристиками и т. д., но независимо от своего вида, каждый из них в обязательном порядке имеет манипулятор и управляющий блок, предназначенный для воздействия на исполнительные органы прибора.</p> <p>Стандартная классификация включает в себя несколько видов роботов.</p> <p>Покрасочные роботы. Предназначены для быстрого и качественного нанесения на изделия лакокрасочных покрытий.</p> <p>Роботы для сварки. Способны создавать конструкции любой сложности, экономя при этом время и снижая затраты на производство. Могут быть: лазерными, дуговыми, точечными, газовыми, плазменными.</p> <p>Роботы для паллетирования. Предназначены для погрузки и выгрузки товара с поддонов. Способны передвигать грузы весом более тонны.</p> <p>Манипуляторы. Предназначены для перемещений изделий внутри рабочего поля под разными углами. Имеют датчики обратной связи, манипулятивную кисть, захватное устройство и др. специфические особенности.</p> <p>Устройства для обслуживания станков. Работают в сцепке со станками, обеспечивая круглосуточную и своевременную подачу материалов. Технология увеличивает производительность линии более чем на 25 %. Один робот может одновременно обслуживать сразу несколько станков.</p> <p>Коллаборативные роботы. Способны работать совместно с человеком. Отличаются компактностью и безопасностью. В основном применяются в автомобилестроении и производстве электроники.</p>
3	<p>Элементы робототехнических конструкций</p>	<p>Робототехнические конструкции состоят из нескольких основных элементов, которые взаимодействуют между собой для выполнения задач. Вот некоторые из них:</p> <p><b>Механические компоненты</b> Механические компоненты включают в себя все физические части робота, которые обеспечивают его движение и манипуляцию объектами. Это могут быть различные соединительные детали, шарниры, приводы, руки, ноги и другие механизмы. Механические компоненты должны быть прочными, надежными и гибкими для адаптации к различным задачам.</p> <p><b>Электронные компоненты</b> Электронные компоненты отвечают за управление и контроль работы робота. Они включают в себя микроконтроллеры, платы расширения, схемы питания, провода и разъемы. Электронные компоненты обеспечивают передачу сигналов и энергии между различными частями робота.</p> <p><b>Сенсоры и датчики</b></p>

		<p>Сенсоры и датчики позволяют роботу воспринимать окружающую среду и получать информацию о ней. Это могут быть датчики расстояния, датчики прикосновения, камеры, микрофоны, акселерометры и другие устройства. Сенсоры и датчики помогают роботу анализировать данные и принимать решения на основе полученной информации.</p> <p>Приводы и актуаторы Приводы и актуаторы отвечают за движение и выполнение задач робота. Приводы могут быть электрическими, гидравлическими или пневматическими и обеспечивают вращение, подъем, опрокидывание и другие движения. Актуаторы, такие как грипперы или пинцеты, позволяют роботу схватывать и манипулировать объектами.</p> <p>Компьютерное управление и программное обеспечение Компьютерное управление и программное обеспечение являются мозгом робота. Они отвечают за обработку информации от сенсоров, принятие решений и управление движением и действиями робота. Программное обеспечение может быть написано на различных языках программирования и включать в себя алгоритмы, искусственный интеллект и другие технологии.</p>
4	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматки и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы</p>	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматки и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы</p> <p>Параметры, определяющие технический уровень роботов. Наряду с классификационными параметрами роботы характеризуются параметрами, которые обуславливают их технический уровень. К ним относятся и некоторые из рассмотренных выше параметров, которые могут иметь количественное выражение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– быстродействие;</li> <li>– точность, объем памяти;</li> <li>– число каналов связи с внешним оборудованием и др.</li> </ul> <p>При использовании этих параметров для классификации роботов их разбивают на группы и т.о. определяют тип робота, а сравнительную оценку его технического уровня производят исходя из конкретных численных значений следующих параметров:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– надежность;</li> <li>– число одновременно работающих степеней подвижности;</li> <li>– время программирования;</li> <li>– удельная грузоподъемность, отнесенная к массе робота;</li> <li>– выходная мощность манипулятора - произведение грузоподъемности на скорость перемещения, отнесенная к мощности его приводов;</li> <li>– относительные оценки габаритных параметров, манипуляционных кинематических и динамических характеристик, управляемости робота, возможностей программирования, экономической эффективности и т. п.</li> </ul>
5	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p>	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы</p> <p>Рабочий орган промышленного робота — составная часть манипулятора промышленного робота для непосредственного выполнения технологических операций или вспомогательных переходов.</p> <p>Манипуляторы промышленных роботов оснащают двумя классами</p>

		<p>рабочих органов, к которым относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• захватные устройства (ЗУ), предназначенные для захватывания и удержания предметов производства (ПП) или технологической оснастки (ГОСТ 26063—84);</li> <li>• инструменты и технологические головки — приспособления и устройства, выполняющие основные технологические операции. Захватные устройства могут удерживать детали, оснастку, инструменты и технологические головки.</li> </ul>
6	<p>Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p>	<p>Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии</p> <p>Промышленные роботы используются во всех видах производства. Использование машины вместо использования человеческого труда позволяет значительно ускорить и оптимизировать заданный производственный процесс. Подвижность рабочих органов данного робота обеспечивается его приводным узлом. Для каждой степени свободы робота назначается отдельный привод для изменения координат его положения.</p> <p>В зависимости от вида энергии, используемой для приведения в действие отдельных механизмов, можно выделить три основных привода, применяемых в промышленных роботах:</p> <p>электроприводы, электрогидравлические приводы, пневматические приводы.</p>
7	<p>Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения</p>	<p>Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения</p> <p>Датчики являются важной частью робототехники, так как они позволяют роботам взаимодействовать с окружающей средой и получать информацию о ней. Существует множество различных типов датчиков, каждый из которых предназначен для измерения определенных параметров или условий окружающей среды.</p> <p>Датчики, реагирующие на условия окружающей среды Эти датчики используются для измерения параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, давление и т.д. Они позволяют роботу адаптироваться к изменяющимся условиям и принимать соответствующие решения.</p> <p>Датчики для измерения расстояния Эти датчики используются для измерения расстояния между роботом и объектами в окружающей среде. Они могут быть основаны на различных принципах, таких как ультразвук, инфракрасное излучение или лазерное сканирование. Измерение расстояния позволяет роботу избегать препятствий и планировать свое движение.</p> <p>Датчики для измерения света и цвета Эти датчики используются для измерения интенсивности света и определения цвета объектов. Они могут быть полезными для распознавания и классификации объектов, а также для выполнения</p>

		<p>задач, связанных с освещением и цветовым восприятием.</p> <p>Датчики для измерения звука Эти датчики используются для измерения уровня звука и анализа звуковых сигналов. Они могут быть полезными для распознавания звуковых сигналов, коммуникации с людьми или другими роботами, а также для выполнения задач, связанных с акустической средой.</p> <p>Датчики для измерения температуры и влажности Эти датчики используются для измерения температуры и влажности окружающей среды. Они могут быть полезными для контроля климата, управления системами отопления и кондиционирования воздуха, а также для выполнения задач, связанных с метеорологией и агрокультурой.</p> <p>Датчики для измерения движения и ускорения Эти датчики используются для измерения движения и ускорения робота. Они могут быть полезными для навигации, позиционирования и контроля движения робота, а также для выполнения задач, связанных с физической активностью и спортом.</p> <p>Применение датчиков роботов в различных областях Датчики роботов находят применение во многих областях, включая промышленность, медицину, автоматизацию домашних устройств, транспорт, науку и многое другое. Они помогают роботам взаимодействовать с окружающей средой, выполнять задачи и улучшать качество жизни людей.</p>
8	Системы программного управления. Информационные системы	<p>Системы программного управления. Информационные системы Программное управление – это наиболее простой тип системы управления роботами. В этом случае робот выполняет заранее заданную программу, которая определяет его действия и поведение. Программа может быть написана на специальном языке программирования или создана с помощью графического интерфейса. Программное управление часто используется в промышленных роботах для выполнения повторяющихся задач.</p>
9	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства	<p>Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства Робототехнический комплекс – это автономно действующая совокупность технологических средств производства, включающая основное и вспомогательное технологическое оборудование и промышленные роботы, выполняющие технологические основные и вспомогательные операции, а также обеспечивающая полностью автоматический цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.</p>
10	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	<p>Рельсовые и безрельсовые манипуляторы Наиболее перспективными среди транспортных устройств, особенно в автоматических производствах (гибкие производственные системы, робототехнические комплексы), являются транспортные роботы. Они являются универсальными гибкими транспортными средствами, отличаются малогабаритностью подвижного состава, автоматическими перемещениями и грузозачно-разгрузочными работами. Напольные рельсовые транспортные роботы Напольные безрельсовые транспортные роботы</p>
11	Манипуляторное	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъёмных и

	оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ	<p>монтажных работ</p> <p>Манипулятор (грузоподъемное устройство) — многозвенный механизм с приводами в каждом суставе. Применяется для подъема и переноса тяжеловесных грузов. Является сбалансированным манипулятором — груз в грузозахватном устройстве удерживается в любом положении неподвижно. Оператор передвигает груз непосредственно, либо с помощью дистанционного управления. В качестве приводов используются электрическое и гидравлическое оборудование.</p>
12	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	<p>Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ</p> <p>Земляные работы являются составной частью строительства большинства инженерных сооружений. Они включают: отрывку котлованов, траншей и мелиоративных каналов; возведение насыпей, плотин; устройство закрытых проходов в грунте в виде шахт и туннелей под различные подземные сооружения; бурение горизонтальных, наклонных и вертикальных скважин при бестраншейной прокладке трубопроводов под насыпями железных и шоссейных дорог, для установки свайных опор в плотных грунтах, для закладки зарядов взрывчатых веществ при разработке грунтов взрывом и т. п.</p> <p>По характеру рабочего процесса, составу операций и последовательности их выполнения земляные сооружения делят на выемки и насыпи. Выемка образуется в результате удаления излишков грунта за ее пределы, а насыпь — путем отсыпки грунта, внесенного извне, с его послойным уплотнением.</p> <p>В общем комплексе работ на строительном объекте земляные работы чаще всего выполняют раньше других. В этом случае им предшествует подготовка строительной площадки — удаление камней, срезка кустарника, корчевка пней, планировка и засыпка ям и т. п.</p>
13	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки	<p>Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки</p> <p>Повсеместное внедрение робототехнических средств обусловлено не только экономическими и техническими предпосылками, но и социальными, так как непрерывно увеличивающиеся объемы производства обуславливают возникновение дефицита трудовых ресурсов.</p> <p>Манипулятор (от французского слова «манус» — рука) — машина-орудие, содержащее рабочий орган, имитирующий двигательные и рабочие функции руки человека. По существу, манипулятор — исполнительный орган, оснащенный приводом и соединенный с пультом управления электрическим кабелем. Основным элементом манипулятора является рабочий орган — часть исполнительного органа в виде схвата (захвата, зажима, инструмента и т. п.), реализующий основное назначение манипулятора. Обычно рабочий орган называют рукой манипулятора. Наибольшее распространение среди таких манипуляторов получили универсальные шарнирные сбалансированные манипуляторы, установленные стационарно или на передвижной тележке.</p>
14	Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет	<p>Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет</p> <p>Промышленный робот - автоматическая машина состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенное для замены человека при выполнении</p>



		<p>основных и вспомогательных операций в производственных процессах. Манипулятор - совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляет под управлением программного автоматического устройства или человека -оператора манипуляции которого аналогичны действиям руки человека. Назначение и область применения: Промышленный робот (ПР) предназначен для замены человека в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождение человека от работ связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, на требует высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства созданные на базе ПР позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и штучном производстве. Манипулятор ПР по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена, закрепленного в нем объекта, манипулирования в пространстве, по заданной траектории и с заданной ориентацией.</p>
15	<p>Управление промышленными роботами</p>	<p>Управление промышленными роботами — это совокупность воздействий на их механизмы, обеспечивающих выполнение ими рабочего цикла, а система управления — совокупность устройств, реализующих эти воздействия. Применительно к роботам различают два вида управления: автоматическое и ручное.</p> <p>Ручное управление основывается на том, что решения об исполнении тех или иных элементов рабочего цикла принимает человек — оператор робота, который включает или выключает соответствующие механизмы и задает параметры их работы. При ручном управлении используют различные исполнительные устройства: механические, гидравлические, пневматические, электрические, электронные и комбинированные.</p> <p>Автоматическое управление состоит в том, что решения об исполнении элементов рабочего цикла принимает система управления без участия оператора. Она же выдает команды включения и выключения механизмов робота и управляет их работой.</p>
16	<p>Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования</p>	<p>Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования</p> <p>При выполнении, расчетах и оформлении курсовой работы студенты могут пользоваться в СПбГАСУ следующими программными продуктами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программное обеспечение для проведения численного моделирования Ansys</li> <li>2. Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования Math Cad версия 15</li> <li>3. Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений Matlab версия R2019a</li> <li>4. Инструмент для автоматизированного проектирования (САПР) и 3D моделирования. Пакет позволяет создать детали для предстоящей 3D печати Solid Works версия 2019</li> <li>5. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office.</li> </ol>

		<p>Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Excel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice</p> <p>6. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства.</p>
--	--	---

## **6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине. Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами.

Для проведения самостоятельной работы, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Работы, выполняемые на практических занятиях, сдаются только лично на занятиях преподавателю, который ведет группу.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## **7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
-------	--	--	-------------------------

1	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
2	Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Общее устройство промышленных роботов. Типы роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Другие устройства промышленной робототехники	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
3	Элементы робототехнических конструкций	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
4	Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматики и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
5	Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Захватные устройства. Системы питания роботов. Сенсорные системы	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
6	Приводы роботов. Типовые кинематические схемы и электроприводы. Системы приводов в промышленной робототехнике. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электромеханические приводы. Пружинные приводы с рециркуляцией энергии	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
7	Датчики. Контактные датчики. Дистанционные датчики. Датчики позиционирования. Датчики вращения	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
8	Системы программного управления. Информационные системы	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
9	Основные термины и определения автоматики. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
10	Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
11	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
12	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
13	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
14	Механизмы роботов-манипуляторов и их расчет	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
15	Управление промышленными роботами	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
16	Основные этапы создания технических устройств. Основные принципы конструирования. Создание производных	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос

	машин на базе унификации. Уменьшение номенклатуры объектов производства. Ряды предпочтительных чисел. Общие правила конструирования		
17	Курсовая работа	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос
18	Экзамен	ОПК-2.3, ОПК-14.3	Устный опрос, тестирование

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций ОПК-2.3 и ОПК-14.3 в процессе освоения дисциплины

1. Виды технических противоречий при проектировании. Технические противоречия, решаемые при проектировании роботов и РТС.

2. Законы развития робототехнических систем. Понятие об инверсных бисистемах. Инверсные бисистемы роботов и РТС.

3. Обобщенные величины и параметры цепей различной физической природы. Цепи физической природы, применяемые в роботах.

4. Особенности конструкций роботов для экстремальных сред.

5. Примеры технических задач при проектировании роботов (микророботов) с использованием приема перехода от задачи регулирования состояния к задаче обеспечения регулирования системы самой себя за счет использования обратимых физических превращений, фазовых переходов.

6. Стадия проектирования "Техническое предложение". Особенности этой стадии при проектировании роботов и РТС.

7. Разработка технического задания на проектирование роботов и РТС.

8. Примеры технических задач при проектировании роботов на обеспечение оптимального режима действия элементов и систем робота.

9. Проектирование датчиков координат для роботов и РТС. Электромагнитные датчики перемещений манипуляторов и схватов.

10. Системы подготовки и управления производством роботов.

11. Общая схема развития робототехнических систем.

12. Метод обобщенных приемов применительно к проектированию роботов и РТС и их элементов.

13. Применение подсистем управления магнитными полями в задачах проектирования различных технологических систем с применением ПР и РТС.

14. Стадия проектирования роботов и РТС "Технический проект". Особенности проектирования роботов и РТС на этой стадии.

15. Уровни технических решений принимаемых при проектировании роботов и РТС на стадии проектирования "Технические предложения". Примеры.

16. Разработка обобщенных приемов проектирования роботов и РТС.

17. Стадия проектирования роботов и РТС "Эскизный проект". Особенности проектирования роботов и РТС на этой стадии.

18. Перспективы развития робототехники. Особенности проектирования современных роботов.

19. Применение подсистем управления тепловыми процессами в задачах проектирования различных технологических систем с роботами и РТС.

20. Критерии выявления обобщенных величин и параметров применительно к проектированию роботов и РТС.

21. Разработка технических требований к проектируемым роботам и РТС.

22. Законы развития робототехнических систем. Увеличение управляемости рабочими органами роботов.

23. Разработка технических требований к проектируемым роботам и РТС. Развитие робототехнических систем в направлении увеличения степени дробления рабочих органов роботов

(на примере специализированных роботов).

24. Примеры технических задач, решаемых с помощью эффекта "многоступенчатости". Системы с нулевыми связями, частично и полностью "свернутые системы".

25. Принципы проектирования роботов и РТС.

26. Разработка технических требований к проектируемым роботам и РТС. Законы развития робототехнических систем. Закон перехода в надсистему различных подсистем роботов и РТС.

27. Разработка технического задания на проектирование роботов и РТС на основе анализа предметной области и общих технических требований к рассматриваемому технологическому процессу и оборудованию.

28. Принципы проектирования роботов, РТС и их элементов.

29. Переоценка проектной ситуации при проектировании роботов и РТС, трансформация системы, наводящие вопросы (перечни).

30. Применение эвристических методов поиска технических решений при проектировании роботов и РТС. Основные методы, применяемые при проведении "деловых игр" при разработке новых роботов и их элементов. Метод мозгового штурма. Анализ результатов работы по этому методу.

31. Агрегатно-модульный принцип построения ПР.

32. Применение метода "Упорядоченный поиск" при проектировании роботов и РТС. Цель метода. План действий.

33. Преодоление технических противоречий при проектировании роботов и РТС. Виды технических противоречий. Примеры.

34. Применение метода "Системотехника" при разработке роботов и их элементов.

Цель метода. План действий.

35. Основные разделы проекта на разработку автономного мобильного робота и РТС и их взаимосвязи. Техническое задание на проектирование, содержание заключения по проекту.

36. Особенности проектирования средств измерения для роботов и РТС. Предметная область и технические требования.

37. Цель, задачи, основные методы и этапы проектирования роботов и РТС.

38. Основные требования ГОСТов ЕСКД к оформлению текстовой документации.

Особенности документации на проекты роботов и РТС.

39. Особенности проектирования средств измерения для роботов и РТС.

40. Стадия проектирования "Техническое предложение". Особенности проектирования роботов и РТС на этой стадии.

41. "Техническое задание". Особенности разработки ТЗ на проектирование роботов, РТС и их элементов.

42. Законы развития робототехнических систем. Применение закона перехода в надсистему при проектировании роботов и РТС.

43. Задачи, решаемые роботами и РТС в системе комплексной автоматизации производства.

44. Стадия проектирования Технический проект". Особенности этой стадии при проектировании роботов и РТС.

45. Алгоритм разработки динамических математических моделей устройств и агрегатов роботов по энерго-информационному методу.

46. Примеры технических задач при проектировании роботов, РТС (ГАП и ГПС), решаемых с помощью эффекта "многоступенчатости". Системы с нулевыми связями, частично и полностью "свернутые".

47. Перспективы развития робототехники. Особенности проектирования роботов и РТС предназначенных для решения современных задач.

48. Разработка функциональных и структурных схем САУ с автономными мобильными роботами.

49. Особенности проектирования пневмогидравлических и электрогидравлических устройств и агрегатов роботов и РТС.

50. Применение подсистем управления тепловыми процессами в задачах проектирования различных технологических систем с роботами и РТС.

51. Стадия проектирования "Технический проект". Особенности этой стадии при

проектировании роботов и РТС.

52. Разработка устройств позиционирования и фиксации устройств и элементов роботов и РТС (на примере микророботов).

53. Агрегатно- модульный принцип построения роботов и РТС.

54. Разработка функциональных и структурных схем роботов и РТС.

55. Особенности проектирования пневмогидравлических и электрогидравлических приводов автономных мобильных роботов для тяжелых условий эксплуатации.

56. Особенности проектирования и выбора пневмоприводов роботов. Предметная область и технические требования.

57. Уровни технических решений применяемых при проектировании роботов и РТС.

58. Назовите положительные свойства физических моделей с изменением и без изменения среды.

59. Область и условия применения комбинированных физико-математических моделей.

60. Основные этапы исследований с моделями.

61. В чем различие понятий комплексного и комбинированного совместного использования средств моделирования.

62. По каким характеристикам оценивают оборудование для моделирования.

63. Назовите этапы решения задач системного анализа при моделировании.

64. Охарактеризуйте способы, позволяющие определить наиболее эффективные показатели.

65. Классификация моделей.

66. Охарактеризуйте два наиболее распространенных критерия подобия при взаимодействии рабочих органов машин с грунтом.

67. Что позволяет определить анализ размерностей.

68. Общие понятия статической устойчивости машины.

69. Перечислите способы оценки устойчивости машин. Чем они характеризуются.

70. Особенности поведения машин при динамическом нагружении.

### 7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
-------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы



#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
ЭИОС / СДО СПбГАСУ Moodle / Кафедры (<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>) / Наземных транспортно-технологических машин / Основы конструкций промышленных роботов и наземных транспортно-технологических машин

1. Общая характеристика конструкций промышленных роботов, применяемых на производстве.
2. Классификация промышленных роботов по служебному назначению, типу привода, грузоподъемности, количеству манипуляторов и типу системы управления.
3. Принцип управления роботами.
4. Типовые элементы конструкции промышленных роботов.
5. Исполнительные, обслуживающие и транспортные промышленные роботы.
6. Стационарные и подвижные роботы.
7. Допустимые погрешности движения и позиционирования звеньев исполнительного механизма.
8. Захватные устройства промышленных роботов.
9. Структура и свойства кинематических цепей механизмов роботов и манипуляторов.
10. Рабочее пространство манипулятора и классификация движений схвата.
11. Построение уравнений поверхности рабочего пространства с произвольным контуром.
12. Маневренность роботосистем.
13. Зона обслуживания манипуляторов. Угол и коэффициент сервиса.
14. Приводы промышленных роботов и манипуляторов. Расчет степени подвижности манипулятора.
15. Рабочая зона манипулятора. Система координат подвижности манипулятора.
16. Расчет системы управления роботами.
17. Клещевые головки. Расчет механизма зажима клещей. Механизмы вращения клещей манипулятора и их расчет.
18. Механизмы подъема и качания хобота.
19. Математическое моделирование работы манипулятора.
20. Определение геометрических характеристик роботов-манипуляторов.
21. Автоматические линии современного производства с роботами и манипуляторами.
22. Факторы, определяющие эффективность создания автоматических линий.
23. Основные этапы создания автоматов и автоматических линий производства.
24. Особенности проектирования автоматических линий на различном технологическом оборудовании.
25. Системы комплексной автоматизации производственных процессов.
26. Роторно-конвейерные линии.
27. Типовые схемы применения роботов при индивидуальном и многостаночном обслуживании технологического оборудования.
28. Компоновки роботизированных технологических участков.
29. Встраивание роботов в технологические машины и комплексы.
30. Техническая подготовка производства к применению роботов.
31. Отбор деталей, подлежащих роботизированной загрузке.
32. Требования к технологическому оборудованию при обслуживании его роботами.
33. Расчет затрат времени при обслуживании роботами группы основного технологического оборудования.
34. Создание гибких производственных систем.
35. Возможности использования технологического оборудования с системами числового программного управления.
36. Гибкие производственные модули (ГПМ).
37. Подготовка управляющих программ для ГПМ.
38. Поток контрольно-измерительной информации в ГПМ.
39. Методы автоматизированного контроля и диагностирования.
40. Обработывающие центры на базе технологического оборудования.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

##### Тема 1

Определение законов перемещения захватного органа манипулятора

1. Как классифицируются кинематические пары?
2. Как определить степень подвижности манипулятора?
3. Каковы базовые системы координат манипулятора?
4. В чем сущность прямой задачи кинематики манипуляторов?
5. В чем сущность обратной задачи кинематики манипуляторов?
6. Какие звенья входят в конструкцию манипулятора
7. Что собой представляет структура манипулятора?
8. В какой системе координат работает манипулятор, выполненный по схеме ВПП?
9. В какой системе координат работает манипулятор, выполненный по схеме ППП?
10. В какой системе координат работает манипулятор, выполненный по схеме ВВВ?

##### Тема 2

Расчет системы управления промышленного робота

1. Кинематика многозвенных манипуляторов.
2. Конструкции манипуляторов промышленных роботов.
3. Приводы промышленных роботов.
4. Общая характеристика используемых устройств (манипуляторов) роботов.
5. Функции вычислительных устройств.
6. Структура и назначение элементов однопроцессорных управляющих устройств.
7. Структура мульти микропроцессорных вычислительных устройств.
8. Программное обеспечение и языки программирования микро ЭВМ и микропроцессоров.
9. Операционные системы микро ЭВМ.
10. Понятие обратной связи и системы с замкнутым контуром.
11. Общая структура системы программного управления.
12. Системы циклового и позиционного управления.
13. Системы контурного управления.

##### Тема 3

1. Математическое моделирование работы манипулятора
2. Классификация дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.
3. Копирующие системы управления манипуляторами.
4. Полуавтоматические системы управления манипуляторами.
5. Дистанционные системы управления роботами.
6. Вспомогательное оборудование промышленных робототехнических систем.
7. Роботы на обслуживании технического оборудования.
8. Применение роботов в качестве основного технологического оборудования.
9. Применение дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.

##### Тема 4

1. Расчет механизма зажима клещей ковочного манипулятора.

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Тема курсовой работы «Исследование и проектирование манипуляторов промышленных роботов» у всех студентов одинакова, также как и задание на ее выполнение.

Возможны индивидуальные задания студентам, например в соответствии с НИРС.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в разделе

«Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся». Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в форме собеседования, тестирования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Кравцов А. Г., Марусич К. В., Промышленные роботы, Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/85795.html">https://www.iprbooks.hop.ru/85795.html</a>
2	Архипов М. В., Вартанов М. В., Мищенко Р. С., Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами, Москва: Юрайт, 2023	<a href="https://urait.ru/bcode/518346">https://urait.ru/bcode/518346</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Кулаков Д. Б., Кулаков Б. Б., Роботы и робототехника: лабораторный практикум, Москва: Российский университет дружбы народов, 2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/91065.html">https://www.iprbooks.hop.ru/91065.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Смирнов А.Б., Тимофеев А.Н. Промышленные и сервисные роботы: учеб. пособие. – СПб, 2019. – 139 с.	<a href="https://elib.spbstu.ru/dl/2/s19-77.pdf/download/s19-77.pdf">https://elib.spbstu.ru/dl/2/s19-77.pdf/download/s19-77.pdf</a>
Транспортно-технологические машины: учебное пособие / Ю.В. Ремизович, О.В. Курбацкая. – Омск: СибАДИ, 2014. – 156 с.	<a href="https://portal.sibadi.org/pluginfile.php/183832/mod_resource/content/0/Транспортно-технологические%20машины_учебное%20пособие.pdf">https://portal.sibadi.org/pluginfile.php/183832/mod_resource/content/0/Транспортно-технологические%20машины_учебное%20пособие.pdf</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/university/periodicheskie-izdaniya/?clear_cache=Y">https://www.spbgasu.ru/university/periodicheskie-izdaniya/?clear_cache=Y</a>
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Ansys	Сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 г. с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс". Лицензия бессрочная
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО "Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Solid Works версия 2019	Договор №Tr000660287 от 27.09.2021 г. с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия до 30.11.2024
LibreOffice	Свободно распространяемое

## 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

## Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 104-К Лаборатория гидро- и пневмоприводов	Лаборатория гидро- и пневмоприводов 1) учебно-исследовательский комплекс «гидравлический привод подъемно-транспортных машин» 2) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов» 3) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин» 4) типовой комплект учебного оборудования «Пневмопривод и пневмоавтоматика» в настольном исполнении (на металлическом столе) 5) лабораторный стенд «пневматическая тормозная система трехосного автомобиля КАМАЗ с ABS 6) стеллаж металлический с наглядными образцами гидро- и пневмосистем
32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 103-К Лаборатория деталей машин	Лаборатория деталей машин 1) программно-аппаратный комплекс «Голографический стол 65» 2) макеты и наглядные образцы деталей машин в настольном исполнении (на металлических столах), а также в металлических шкафах для хранения
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 108-К Лаборатория грузоподъемных машин	Лаборатория грузоподъемных машин 1) лабораторный комплекс «датчики в системах грузоподъемных механизмов» настольное исполнение на металлическом столе 2) гидравлический домкрат 3) цепная таль 4) рычажная таль 5) металлический шкаф для хранения изучаемых образцов

32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.
--	---

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 № 1046).

Программу составил:  
доцент НТТМ, к.т.н. Беляев А.И.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент, Куракина Е. В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент Зазыкин А.В.