Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 20.09.2023 16:19:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование робототехнических систем»

Направление подготовки
15.03.04.« Автоматизация технологических процессов и производств»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботы и робототехнические устройства»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

к.т.н., к.т.н., доцент  М.В. Архипов

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент  /А.В. Кузнецов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине……..4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……. 5
3. Структура и содержание дисциплины……..5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость…….. 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины……... 6
3.3. Содержание дисциплины……7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий……..7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)……7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение……8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы…… 8
4.2. Основная литература……...8
4.3. Дополнительная литература……...8
4.4. Электронные образовательные ресурсы……....8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение……9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы……9
5. Материально-техническое обеспечение……...9
6. Методические рекомендации…… 9.
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения……9
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины……10
7. Фонд оценочных средств…….. 10
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения……... .11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения……...12
7.3. Оценочные средства…… ..13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Проектирование робототехнических систем» является формирование у студентов комплекса знаний и практических навыков, необходимых для проектирования элементов робототехнических систем для машиностроительных производств при выполнении проектно-конструкторских работ, а также при проектировании технологических процессов.

Задачи дисциплины: создание представления о современных конструкциях робототехнических систем для технологических операций и их отдельных узлов.

- получение знаний о робототехнических системах и предмете курса (виды, конструкции, устройство и управление роботов);
- рассмотреть виды и назначение робототехнических систем;
- особенности устройства и управления робототехнических систем;
- особенности кинематики робототехнических систем;
- компоновки робототехнических систем, связь компоновки с технико-экономическими показателями, структурный анализ и синтез компоновок;
- выработка умения самостоятельно изучать конструкции робототехнических систем.

Обучение по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. Способен осуществлять подготовку к выпуску проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-3.3. Владеет методами и технологиями проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами в специализированных программных средствах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Проектирование робототехнических систем» логически связана с последующими дисциплинами: «Компьютерные технологии в автоматизации отрасли»; - «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; - «Проектирование систем управления».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	7 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	**36**	36
1.2	Семинарские/практические занятия	**18**	18
1.3	Лабораторные занятия	**18**	18
2	**Самостоятельная работа**		72
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	**30**	30
2.2	Самостоятельное изучение	**42**	42
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Системы программного управления промышленных роботов		6	3	3		12
2	Тема 2. Информационные системы роботов		6	3	3		12
3	Тема 3. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы		6	3	3		12
4	Тема 4. Захватные устройства промышленных роботов		6	3	3		12
5	Тема 5. Роботизированные технологические комплексы в машиностроении		6	3	3		12
6	Тема 6. Принципы проектирования промышленных роботов		6	3	3		12
Итого		**144**	**36**	**18**	**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль проектирования элементов робототехнических систем для задач машиностроения. Многообразие прикладных робототехнических задач в машиностроении. Основные этапы развития и виды промышленных роботов, средства проектирования систем управления и встраивания сенсорных систем. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Тема 1. *Системы программного управления промышленных роботов.*
Уровни автоматизации роботизированного оборудования.
Тема 2. *Информационные системы роботов*
Классификация сенсорных устройств.
Тема 3. *Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы.*
Типы дистанционных копирующих систем управления манипуляторами.
Тема 4. *Захватные устройства промышленных роботов.*
Общая структура захватных устройств.
Тема 5. *Роботизированные технологические комплексы в машиностроении*
Вспомогательное оборудование РТК. Типовые вспомогательные переходы. Классификация загрузочных устройств
Тема 6. *Принципы проектирования промышленных роботов*
Уравновешивание манипуляторов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия
Семинар 1. Алгоритмизация проектирования робота
Семинар 2. Система команд робота
Семинар 3. Блоки системы управления робота
Семинар 4. Шины системы управления робота
Семинар 5. Датчики роботов
Семинар 6. Проектирование электроприводов роботов
Семинар 7. Преобразование системы координат
Семинар 8.Техническое обслуживание робота

3.4.2. Лабораторные занятия
Лабораторная работа 1. Кинематический анализ манипулятора (4 часа)
Лабораторная работа 2. Проектирование технологической оснастки (4 часа)
Лабораторная работа 3. Решение траекторных задач (4 часа)
Лабораторная работа 4. Вращательные и поступательные звенья манипулятора (4 часа)
Лабораторная работа 5 Проектирование элементов тех. оснастки (2 часа)

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие для вузов. / под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2005 Гриф УМО
2. Юревич Е.И. Основы робототехники : учеб.пособие для вузов. - СП.: БХВ-Петербург, 2005 Гриф УМО
3.Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учеб.для вузов. / Ющенко А.С. - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004 Гриф МО

б) дополнительная литература:

4. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надежности :учеб. пособие для вузов.
- Коломна: Лига, 2009 Гриф УМО
5. Журавлев В.В. Адаптивный андроидный робот : учеб.-метод. пособие 33-17. / Архипов М.В., Головин В.Ф. - М.: МГИУ, 2012
6. Накано Э. Введение в робототехнику :пер с японского. / под ред. А.М. Филатова - М.: Мир, 1988
7. Головин В.Ф. Позиционно-силовое управление роботами :моделирование, оптимизация, программирование 33-10. / Архипов М.В., Журавлев В.В.
- М.: МГИУ, 2008
8. Попов Е.П. Основы роботехники. 1990 - 223с.
9. Головин В.Ф. Лабораторный практикум. Промышленные роботы. Учебно-методическое пособие. М: МГИУ, 1996 - 66с.
10. М.В. Архипов Проектирование робототехнических систем. / В.Ф. Головин, В.В. Журавлёв /Редактор М.В. Архипов - 60с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение язык Robot Studio. ПО не требующее лицензирования.

3.6 Электронные образовательные ресурсы

1. Проектирование робототехнических систем.
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3643

2. Математические основы теории управления.
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1815

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

3.7 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программный комплекс SimInTech

3.8 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Не предусмотрено

4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Для проведения лабораторных работ требуется компьютерный класс (АВ2507, АВ2614, АВ2618, АВ2619)

5. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Проектирование робототехнических систем» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

5.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к семинарским занятиям.

При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Следует предоставить возможность выступления с места в виде кратких сообщений по подготовленному заранее вопросу.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

5.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы или защита лабораторной работы.

6. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. Способен осуществлять подготовку к выпуску проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-3.3. Владеет методами и технологиями проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами в специализированных программных средствах.

6.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	ЗЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Задания для защиты лабораторных работ

6.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и в дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует

	приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль включает прохождение промежуточных тестирований по разделам дисциплины и защиту лабораторных работ. Промежуточные тестирования размещены в соответствующем курсе системы дистанционного обучения Университета. Примеры тестов представлены ниже. Отчеты по лабораторным работам размещаются студентами в соответствующем курсе системы дистанционного обучения Университета. Для подготовки к тестированию и защите лабораторных работ в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов.

Результаты текущего контроля могут быть использованы при промежуточной аттестации.

7.3.1 Примеры тестовых вопросов

При решении обратной задачи о положениях манипулятора с пятью вращательными парами, как на рис. ниже. Необходимо выполнить сопоставление обозначений на рисунке с их расшифровкой.			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	координата точки схвата		*25*
B.	неподвижная система координат ориентации схвата		*25*
C.	длины звеньев		*25*
D.	обобщенные координаты характеризующие относительное положение звеньев манипулятора		*25*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

При решении обратной задачи о положениях манипулятора с пятью вращательными парами, как на рис. ниже. Необходимо выполнить сопоставление проекций векторов на оси.			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	вектор l1		*25*
B.	вектор l2		*25*
C.	вектор l3		*25*
D.	вектор l4		*25*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

При решении обратной задачи о положениях манипулятора с пятью вращательными парами, как на рис. ниже. Необходимо выполнить сопоставление координат точки D с их решением. При том, что для вычисления углов используются вектора перемножаемые на орты неподвижной системы координат .			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	1		*25*
B.	xD		*25*
C.	yD		*25*
D.	zD		*0*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

7.3.2 Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Изложите принцип разомкнутого управления.
2. Нарисуйте схему разомкнутого управления.
3. Изложите принцип управления по возмущению.
4. Нарисуйте схему управления по возмущению.
5. Изложите принцип управления с обратной связью.
6. Нарисуйте схему управления с обратной связью.
7. Перечислите математические зависимости законов управления.
8. Что входит в состав цикловой системы программного управления.
9. Что входит в состав позиционной системы программного управления.
10. Что входит в состав контурной системы программного управления.
11. На какие группы подразделяются информационные системы роботов?
12. Что представляют собой датчики обратной связи?
13. В чем сущность силомоментного очувствления роботов?
14. Для чего применяют локационные датчики?
15. Каковы недостатки аналоговых датчиков обратной связи?
16. Что такое тактильное очувствление?
17. Какова область применения СТЗ в промышленных роботах?

7.3.3 Вопросы для промежуточной аттестации

1. Какую область науки и техники занимает робототехника?
2. Из чего состоит механизм? Что называется кинематической цепью?
3. Что такое сервомеханизм? Каковы основные определения робототехники?
4. Каковы причины повышения рентабельности применения роботов? Сколько поколений роботов Вы знаете? Чем отличаются между собой поколения роботов? Каковы этапы развития робототехники?
5. Что представляет собой наука робототехника? Что понимается под гибкостью роботов?
6. Какими характеристиками отличаются интеллектуальные роботы? Чем отличаются роботы второго поколения?
7. Как классифицируются кинематические пары? Как определить степень подвижности манипулятора?
8. Каковы базовые системы координат манипулятора?

9. В чем сущность прямой задачи кинематики манипуляторов?
10. В чем сущность обратной задачи кинематики манипуляторов?
11. Какие звенья входят в конструкцию манипулятора.
12. Что собой представляет структура манипулятора?
13. По каким признакам классифицируются промышленные роботы?
14. По каким параметрам выбираются модели промышленных роботов?
15. Из каких модулей комплектуются роботы?
16. Какие типы электроприводов применяются в промышленных роботах?
17. Как классифицируются приводы роботов?
18. Чем сущность циклового программного управления роботами?
19. Какова область применения позиционных систем программного управления?
20. Какова область применения контурных систем программного управления?
21. Какие команды содержит кадр в система позиционного управления?
22. В чем сущность адаптивного управления роботами?
23. В чем сущность интеллектуального управления роботами?
24. Какова роль вычислительных систем в робототехнике?
25. На какие группы подразделятся информационные системы роботов?
26. Что представляет собой датчики обратной связи?
27. В чем сущность силомоментного очувствления роботов?
28. Для чего применяют локационные датчики
29. Каковы недостатки аналоговых датчиков обратной связи?
30. Что такое тактильное очувствление?
31. Какова область применения СТЗ в промышленных роботах?
32. Дистанционно управляемые манипуляторы с командным управлением.
33. Дистанционно управляемые манипуляторы с копирующим управлением.
34. Дистанционно управляемые манипуляторы с полуавтоматическим управлением.
35. Принцип дистанционного управления роботами (супервизорный и диалоговый)
36. Центрирующие захватные устройства
37. Базирующие захватные устройства
38. Фиксирующие захватные устройства
39. Захватные устройства, способные к перебазированию детали.
40. Классификация РТК машиностроения
41. Станочное оборудование РТК
42. РТК гальванопокрытий
43. Роботизация в литейном производстве
44. РТК горячей объемной штамповки
45. РТК холодной штамповки

46. Роботизированные сварочные комплексы
47. РТК нанесения лакокрасочных покрытий
48. Концепции построения РТК сборки
49. Вспомогательное оборудование РТК
50. Классификация загрузочных устройств 51. Принципы проектирования промышленных роботов