



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный Электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

С.А. Галунин

«30» сентября 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

к.т.н., доцент



А.Ю. Омельченко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС
16.09.2020, протокол № 5

Заведующий кафедрой РАПС

д.т.н., доцент



М.П. Белов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 30.09.2020, протокол № 2

Председатель УМК ФЭА

к.т.н., доцент



Ю.В. Сентябрев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

В дисциплине рассматриваются виды робототехнических устройств программного управления, основные принципы их построения, даются их особенности и характеристики, рассматриваются характеристики операционных систем и основные принципы программирования промышленных роботов с числовым программным управлением (ЧПУ). Приобретенные знания студентами будут непосредственно использованы в практической деятельности.

SUBJECT SUMMARY

«SPECIAL SOFTWARE FOR ROBOTIC SYSTEMS»

The discipline examines the types of robotic software control devices, the basic principles of their construction, gives their features and characteristics, examines the characteristics of operating systems and the basic principles of programming industrial robots with numerical control (CNC). The acquired knowledge by students will be directly used in practical activities.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Знание об основных характеристиках систем управления электроприводных систем промышленных роботов и агрегатов; классификацию устройств ЧПУ по технологическим, функциональным и структурным признакам; основные принципы программирования электроприводных систем промышленных роботов и агрегатов с ЧПУ.
2. Формирование умения применять различные методы для решения задач программирования электроприводных систем промышленных роботов с ЧПУ; проводить анализ систем и устройств с ЧПУ при их выборе для решения проектно-технологических задач; пользоваться различными языками программирования электроприводных систем промышленных роботов с ЧПУ.
3. Освоение навыков разработки управляющих программ на языках низкого и высокого уровней, работы с современными интегрированными средами разработки программного обеспечения для ЧПУ, проектирования электроприводных систем промышленных роботов с ЧПУ.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Программирование и основы алгоритмизации»
2. «Микропроцессорные устройства систем управления»
3. «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике»
4. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Системы управления манипуляторными роботами»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
<i>ПК-2.5</i>	<i>Разрабатывает программное обеспечение для управления робототехническими системами</i>
ПК-5	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
<i>ПК-5.1</i>	<i>Проводит вычислительные эксперименты для исследования математических моделей элементов мехатронных и робототехнических систем с использованием специальных программных средств</i>
ПК-7	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
<i>ПК-7.3</i>	<i>Использует специализированные программные платформы для проектирования робототехнических систем</i>
ПК-8	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
<i>ПК-8.2</i>	<i>Знает методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования электронных схем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				4
2	Тема 1. Системы управления электроприводных систем промышленных роботов и агрегатов с ЧПУ	5	17			16
3	Тема 2. Программное обеспечение роботов ЧПУ	5		8		16
4	Тема 3. Принципы программирования промышленных роботов с ЧПУ	5		9		16
5	Заключение	1			1	4
	Итого, ач	17	17	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Цели и задачи дисциплины. Современное состояние систем ЧПУ.
2	Тема 1. Системы управления электроприводных систем промышленных роботов и агрегатов с ЧПУ	Основные понятия и определения. Классификация систем программного управления электроприводными системами промышленных роботов. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления. Позиционные, контурные и комбинированные системы ЧПУ. Системы ЧПУ с постоянной структурой и системы с программной реализацией алгоритмов работы. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса NC. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса CNC. Характеристики и конструктивные особенности прочих числовых систем.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Программное обеспечение роботов ЧПУ	Задачи и состав программного обеспечения. Характеристики операционных систем. Алгоритмы и программы функций управления электроприводных систем промышленных роботов с ЧПУ. Задачи и состав программного обеспечения. Характеристики операционных систем. Алгоритмы и программы функций управления промышленными роботами с ЧПУ. Общие вопросы программного обеспечения УЧПУ. Этапы разработки программного обеспечения. Основные программные продукты для управления промышленными роботами с ЧПУ. Общая структура комплектов программного обеспечения систем ЧПУ. Методы программирования. Алгоритмическое проектирование программ для промышленных машин и агрегатов с ЧПУ. Средства контроля и диагностики систем управления промышленными роботами с ЧПУ.
4	Тема 3. Принципы программирования промышленных роботов с ЧПУ	Методы и средства для программирования промышленных роботов с ЧПУ. Кодирование информации и языки программирования процессов. Системы автоматизации для программирования промышленных роботов с ЧПУ.
5	Заключение	Перспективы развития систем ЧПУ.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. ОС FreeRTOS. Управление задачами.	4
2. ОС FreeRTOS. Управление очередями.	4
3. ОС FreeRTOS. Управление прерываниями.	3
4. ОС FreeRTOS. Синхронизация задач.	3
5. ОС FreeRTOS. Управление ресурсами.	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Архитектура ARM.	3
2. Конфигурирование МК с помощью регистров.	3
3. Тактирование. Характеристики тактового сигнала.	3
4. Система GPIO (General Purpose Input-Output). Режимы работы и настройки.	3
5. Таймеры.	3
6. Периферийные интерфейсы МК.	2
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Методические материалы; описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплины доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	12
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
ИТОГО СРС	56

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Дорогов, Александр Юрьевич. Синхронизация и взаимодействие программных потоков в операционной среде реального времени [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ю. Дорогов, 2007. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Таненбаум, Эндрю. Современные операционные системы [Текст] : монография / Э. Таненбаум; [Пер. на рус. яз. А. Леонтьев], 2002. -1037 с.	79
3	Колошкина, Инна Евгеньевна. Основы программирования для станков с чпу [Текст] : Учебное пособие / Колошкина И. Е., Селезнев В. А., 2019. - 260 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Шустов, Александр Борисович. Разработка и исследование систем с разрывным управлением цифро-аналоговыми электроприводами для станков с ЧПУ [Текст] : Дис. на соиск. учен. степ. ... канд. техн. наук / Александр Борисович Шустов; Рук. Н.Е.Костылева, 1987. -205 с.	2
2	Мурашко, Юрий Петрович. Разработка и исследование моделирующих средств для проектирования систем ЧПУ намоточным оборудованием [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Ю.П. Мурашко ; науч. рук. д-р техн. наук, проф. Л.Н. Рассудов, 1992. -226 с.	3
3	Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ [Текст] : метод. указания к курсовому проекту по дисциплине "Робототехнические системы и системы программного управления" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ" (Санкт-Петербург), 1999. -32 с.	9

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	http://www.freertos.org/ -официальная докуменатция по операционной системе FreeRTOS

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Специальное программное обеспечение для робототехнических систем» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины. Оценка "неудовлетворительно" выставляется если студент посетил менее 50% лекций, выполнил не все лабораторные работы, посетил менее 50% практических занятий.
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем. Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент посетил менее 70% лекций, выполнил все лабораторные работы, посетил менее 70% практических занятий.
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Оценка "хорошо" выставляется если студент посетил 70-89% лекций, выполнил все лабораторные работы и защитил их в срок, посетил 70-89% практических занятий.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. Оценка "отлично" выставляется если студент посетил 90-100% лекций, выполнил все лабораторные работы и защитил их в срок, посетил 80-100% практических занятий.

Особенности допуска

Дифференцированный зачет проставляется по результатам посещения лекций, выполнения всех лабораторных работ и результатам работы на практических занятиях.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примерные вопросы к дифференцированному зачету

1. Современное состояние систем ЧПУ.
2. Основные понятия и определения. Классификация систем программного управления электроприводными системами промышленных роботов.
3. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления. Позиционные, контурные и комбинированные системы ЧПУ.
4. Системы ЧПУ с постоянной структурой и системы с программной реализацией алгоритмов работы. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса NC.
5. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса CNC. Характеристики и конструктивные особенности прочих числовых систем.
6. Задачи и состав программного обеспечения. Характеристики операционных систем.
7. Алгоритмы и программы функций управления электроприводных систем промышленных роботов с ЧПУ.
8. Задачи и состав программного обеспечения. Характеристики операционных систем.
9. Алгоритмы и программы функций управления промышленными роботами с ЧПУ. Общие вопросы программного обеспечения УЧПУ.

10. Этапы разработки программного обеспечения. Основные программные продукты для управления промышленными роботами с ЧПУ.
11. Общая структура комплектов программного обеспечения систем ЧПУ. Методы программирования.
12. Алгоритмическое проектирование программ для промышленных машин и агрегатов с ЧПУ. Средства контроля и диагностики систем управления промышленными роботами с ЧПУ.
13. Принципы программирования промышленных роботов с ЧПУ.
14. Методы и средства для программирования промышленных роботов с ЧПУ.
15. Кодирование информации и языки программирования процессов.
16. Системы автоматизации для программирования промышленных роботов с ЧПУ.
17. Перспективы развития систем ЧПУ.

Примерные вопросы к коллоквиуму

1. Современное состояние систем ЧПУ.
2. Классификация систем программного управления электроприводными системами промышленных роботов.
3. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления
4. Позиционные, контурные и комбинированные системы ЧПУ.
5. Системы ЧПУ с постоянной структурой
6. Системы с программной реализацией алгоритмов работы.
7. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса NC.
8. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса CNC.
9. Задачи и состав программного обеспечения.
10. Характеристики операционных систем.
11. Алгоритмы и программы функций управления электроприводных систем

- промышленных роботов с ЧПУ.
12. Задачи и состав программного обеспечения.
 13. Характеристики операционных систем.
 14. Алгоритмы и программы функций управления промышленными роботами с ЧПУ.
 15. Общие вопросы программного обеспечения УЧПУ.
 16. Этапы разработки программного обеспечения.
 17. Основные программные продукты для управления промышленными роботами с ЧПУ.
 18. Общая структура комплектов программного обеспечения систем ЧПУ.
 19. Алгоритмическое проектирование программ для промышленных машин и агрегатов с ЧПУ.
 20. Средства контроля и диагностики систем управления промышленными роботами с ЧПУ.
 21. Принципы программирования промышленных роботов с ЧПУ.
 22. Методы и средства для программирования промышленных роботов с ЧПУ.
 23. Кодирование информации и языки программирования процессов.
 24. Системы автоматизации для программирования промышленных роботов с ЧПУ.
 25. Перспективы развития систем ЧПУ.

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
17	Тема 2. Программное обеспечение роботов ЧПУ	Коллоквиум
8	Тема 1. Системы управления электроприводных систем промышленных роботов и агрегатов с ЧПУ	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Специальное программное обеспечение для робототехнических систем» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 4 человека. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результа-

тов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифференцированный зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, опи-

САННЫМ ВЫШЕ.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды, стулья	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА