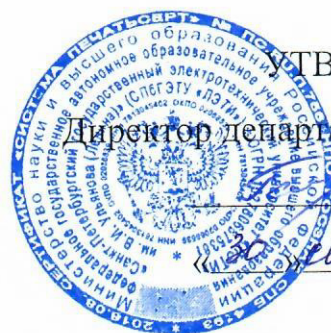




СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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



ПРЕДПОСЛАВЛЯЮ

Директор департамента образования

С.А. Галунин

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

по профилю

«Мехатроника»

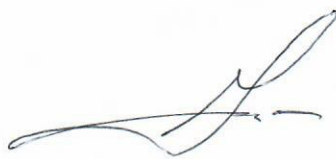
Санкт-Петербург

2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

доцент, к.т.н., доцент



А.В. Никоза

Второй разработчик

ассистент



А.В. Девяткин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ
29.09.2020, протокол № 2-09/2020

Заведующий кафедрой САУ
д.т.н., доцент



В.Н. Шелудько

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

Председатель УМК ФЭА
декан, к.т.н.



Ю.В. Сентябрьев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	6
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Цели изучения курса состоят в формировании знаний, умений и навыков применения программных средств, необходимых разработчикам для реализации робототехнических комплексов, формировании у студентов представлений о работе и принципах разработки распределенных систем и их организации; освоении современных инструментов организации вычислений и коммуникации между вычислительными единицами с целью полноценной работы робототехнического комплекса и овладении студентами практических навыков применения программных средств для разработки комплексных робототехнических систем.

SUBJECT SUMMARY

«SOFTWARE TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF ROBOTIC SYSTEMS»

The objectives of the course are to form the knowledge, skills and abilities of using software tools necessary for developers to implement robotic systems, to form students' ideas about the work and principles of developing distributed systems and their organization; mastering modern tools for organizing computations and communication between computing units with the aim of full-fledged operation of a robotic complex and mastering students of practical skills in using software for the development of complex robotic systems.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Умение разрабатывать комплексную программную систему, состоящую из множества подпрограмм, на основе фреймворка Robot Operating System; Владение навыками организации межпрограммного взаимодействия с применением инструментов фреймворка Robot Operating System
2. Умение структурировать собственные разработки по общепринятым концепциям организации кода с размещением в системе контроля версии Git
3. Владение навыками ознакомления, изучения и применения с возможностью доработки и настройки существующих разработок для получения желаемого функционала и результатов выполнения

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Микропроцессорные устройства систем управления»
2. «Программирование и основы алгоритмизации»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Мобильная робототехника»
2. «Специальное программное обеспечение для робототехнических систем»

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-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
<i>ПК-1.3</i>	<i>Знает принципы построения архитектуры систем управления робототехническими системами</i>
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-6	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
<i>ПК-6.1</i>	<i>Знает и подбирает элементную базу для создания макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем</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>

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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Основы работы с ОС Linux	2			10
2	Основы Robot Operating System	4	2		8
3	Организация связи в децентрализованной системе	6	8		13
4	Коммуникации в ROS	8	8		12
5	Организация пространства параметров в ROS.	8	8		10
6	Система TF (Transforms) в ROS	4	8		7
7	Заключение	2		1	15
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Основы работы с ОС Linux	Основные команды и принципы работы в командной строке, настройка среды разработки
2	Основы Robot Operating System	Понятие и назначение ROS. Примеры проектов с применением ROS. Поддержка языков. Базовые понятия в ROS -пакеты, рабочее пространство, сборка. Работа с репозиторием.
3	Организация связи в децентрализованной системе	Знакомство с рабочей экосистемой ROS на момент запуска. Подключение узлов в экосистему. Основные утилиты для получения информации о рабочей экосистеме. Разница узла и процесса.
4	Коммуникации в ROS	Организация асинхронного взаимодействия между узлами. Освоение формата описания запуска множества узлов .launch. Примеры использования и полезные практики применения. Создание типов сообщений для собственных разработок и со специализированным описанием. Освоение навыков с поддержкой функционала сервисов -синхронного метода взаимодействия между узлами. Рассмотрение положительных и отрицательных сторон подхода. Сравнение с топиками. Обсуждение применимости каждого из типов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Организация пространства параметров в ROS.	Изучение подходов работы с параметрами в рабочей экосистеме ROS. Изучение утилит для работы с сервером параметров. Обсуждение ситуаций применимости различных видов параметров. Освоение методов работы с параметрами. Рассмотрение примеров применения параметров.
6	Система TF (Transforms) в ROS	Системы координат и их трансформации. Освоение методов работы с TF в ROS. Практика применения утилит для получения информации о TF. Обсуждение ситуаций для применения на практике. Ограничения системы TF.
7	Заключение	Назначение ROS2, отличия от ROS. Другие аппаратные комплексы.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Разработка простейшей распределенной системы вычислений	2
2. Разработка настраиваемой многоэтапной системы обработки данных	8
3. Разработка зависимых целей перемещения на основе TF	8
4. Применение среды симуляции для организации моделирования робототехнических комплексов	8
5. Автоматическое движение к установленной цели с применением информации об окружающей среде	8
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

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

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	50
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	25
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	0
ИТОГО СРС	75

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	Разумовский, Геннадий Васильевич. Организация процессов и программирование в среде Linux [Текст] : учеб.-метод. пособие / Г. В. Разумовский, 2018. -39 с.	40
2	Робототехника и гибкие автоматизированные производства [Текст] : учеб. пособие для техн. вузов : в 9 кн. / под ред. И. М. Макарова. Кн. 5 : Моделирование робототехнических систем и гибких автоматизированных производств / [С. В. Пантюшин [и др.], 1986. -173, [2] с.	19
Дополнительная литература		
1	Кобринский, Анатолий Аронович. Манипуляционные системы роботов. Основы устройства, элементы теории [Текст] / А. А. Кобринский, А. Е. Кобринский, 1985. -343 с.	10
2	Кобринский, Анатолий Аронович. Манипуляционные системы роботов. Основы устройства, элементы теории [Текст] / А. А. Кобринский, А. Е. Кобринский, 1985. -343 с.	10
3	Системы управления промышленными роботами и манипуляторами [Текст] : учеб. пособие / [Е. И. Юревич [и др.] ; отв. ред. Е. И. Юревич, 1980. -181, [1] с.	49

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

№ п/п	Электронный адрес
1	https://www.ros.org/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view?id=5928>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Программные технологии разработки 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
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Условия проведения дифференцированного зачёта: контроль посещаемости (не менее 80% лекционных занятий), выполнение 5 лабораторных работ.

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

Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Для чего делается сборка пакета в системе ROS?
2	Какой заголовок необходимо устанавливать для скриптов? Для чего он нужен?
3	Напишите, как бы вы организовали запуск трёх одинаковых по логике выполнения узлов, которые отличаются некоторыми параметрами?
4	Напишите команду запуска узла <code>node_sampler</code> из пакета <code>my_utils</code> ?
5	Напишите код минимального узла, который публикует в топик <code>info</code> информацию каждые 2 секунды?
6	Для чего используется анонимный решим именованного узла?
7	Назовите основные отличия топиков и сервисов?
8	Топики -это модель симплекса, дуплекса или полудуплекса? Почему?
9	Напишите код запуска узла из <code>launch</code> файла? Имя и название пакета выберите самостоятельно
10	Какой структурой можно описать множество узлов и их связей (коммуникаций) в системе ROS? Может ли данная структура иметь свойство цикличности?

Вариант теста

Какая команда выводит полный путь к текущей директории?

- а) `mv`
- б) `cd`
- в) `rm`
- г) `pwd`
- д) `ls`

Какой символ используется для чтения значения переменной?

- а) `$`

б) %

в) :

г) {}

д) ^

Как называется утилита сборки ROS пакетов?

а) rosbUILD

б) catkin_make

в) catkin_build

г) ros_build

Какой утилитой можно перейти в папку пакета?

а) rosls

б) roscd

в) roscat

г) rosed

д) roslist

На основе какого формата создаются launch-файлы?

а) JSON

б) XML

в) HTML

г) Launch

Какой из параметров тэга <node> launch-файла является обязательным?

а) output

б) log

в) pkg

г) ns

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примеры вопросов для коллоквиума 1

1. Какие базовые типы поддерживаются в сообщениях? Каким образом можно это узнать?
2. Какие базовые этапы необходимо выполнить для создания собственного пакета?
3. Какие шаги необходимы для создания узла на языке Python?
4. Какие шаги необходимы для создания узла на языке C++?
5. Опишите базовые принципы размещения кода в репозитории? В случае одного пакета, стека пакетов?
6. Какие типы связей узлов можно организовать с помощью топиков?
7. Какая CLI утилита позволяет работать с топиками? Какие она имеет команды и для чего они нужны?
8. Какая CLI утилита позволяет работать с сервисами? Какие она имеет команды и для чего они нужны?
9. Опишите основные различия между типками и сервисами и приведите примеры, когда нужно применять одни, а когда другие?
10. Как создать свое сообщение для топика?

Примеры вопросов для коллоквиума 2 (защита лабораторных работ)

1. Какие типы параметров бывают? В чем их отличие?
2. Возможно ли устанавливать параметры из файла? Если да, какой командой это выполняется?
3. Для чего используется тэг arg в launch-файлах? Напишите пример применения.
4. В чем отличия разработки на основе языка C++ и языка Python для ROS?

5. Нарисуйте и опишите схему, как происходит настройка соединения и коммуникация между узлами по системе топиков? Какова цель мастер-узла в этой схеме?
6. Для чего используется мастер-узел? Возможна ли работа системы без него?
7. Какое назначение имеет система TF? Приведите примеры использования.
8. Какой структурой предоставляются системы координат в TF? Может ли эта структура иметь свойство цикличности? Почему?
9. На каких основных компонентах строится описание части робота в Gazebo?
10. Какие бывают типы соединений частей роботов? Опишите их с иллюстрацией работы.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
8	Организация связи в децентрализованной системе	Коллоквиум
17	Заключение	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий).

Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты. В процессе обучения по дисциплине «Компоненты электронной техники» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. В конце семестра предусматривается проведение коллоквиума, на которых осуществляется защита лабораторных работ. На промежуточном коллоквиуме в середине семестра проверяется уровень освоения практического материала дисциплины.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (или в бригадах по два человека). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду 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 методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам.

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, экран, проектор, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, ПК	ОС Linux дистрибутив Ubuntu 18.04 LTS, фреймворк Robot Operating System
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