

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.07.2022 12:30:40
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Автономные интеллектуальные
системы»



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»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ИНФРАСТРУКТУРА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ»

для подготовки магистров

по направлению

09.04.04 «Программная инженерия»

по программе

«Автономные интеллектуальные системы»

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

ассистент Филатов А.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
07.09.2021, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 16.09.2021, протокол № 6

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|-------|
| Обеспечивающий факультет | ФКТИ |
| Обеспечивающая кафедра | МОЭВМ |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ) | 4 |
| Курс | 1 |
| Семестр | 2 |
| Виды занятий | |
| Лекции (академ. часов) | 17 |
| Практические занятия (академ. часов) | 17 |
| Иная контактная работа (академ. часов) | 1 |
| Все контактные часы (академ. часов) | 35 |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов) | 109 |
| Всего (академ. часов) | 144 |
| Вид промежуточной аттестации | |
| Экзамен (курс) | 1 |

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ИНФРАСТРУКТУРА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ»

На заре робототехники каждый разработчик робота был вынужден разрабатывать собственные библиотеки для управления роботом. В современном мире существует множество библиотек, упрощающих этот процесс. Существуют библиотеки и фреймворки, ориентированные на общие робототехнические задачи. Кроме того, есть библиотеки, имеющие более узкую цель, например, эффективная передача информации от узла к узлу. В рамках данного курса слушатели познакомятся с некоторыми из популярных библиотек для разработки программного обеспечения для мобильных роботов.

SUBJECT SUMMARY

«MOBILE ROBOT SOFTWARE DEVELOPMENT INFRASTRUCTURE»

In the early days of robotics, every robot developer was forced to develop their own software libraries to control the robot. In the modern world, there are many libraries that simplify this process. There are libraries and frameworks that focus on general robotic tasks. In addition, there are libraries that have a narrower purpose, for example, the efficient transfer of information from node to node. In this course, students will become familiar with some of the popular libraries for developing software for mobile robots.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Освоение практических аспектов и получение опыта в работе с инфраструктурой разработки ПО для мобильных роботов.
2. Приобретение студентами и закрепление у них практических навыков работы в исследовательской группе, выполняющей прикладные исследования в конкретной области, включающие в себя постановку задачи, выбор инструментов и методов ее решения, компьютерную реализацию этих методов и содержательную интерпретацию полученных результатов.
3. Дать знания о существующих методиках, библиотеках и подходах для разработки ПО для мобильных роботов.
4. Сформировать умения декомпозировать задачу управления мобильным роботом, определить наиболее подходящие инструменты и архитектуры данных для каждой отдельной задачи, разработать программное обеспечение для управления мобильными роботами.
5. Освоить навыки работы с популярными методами, подходами и библиотеками, входящими в инфраструктуру управления мобильными роботами.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Системы параллельной обработки данных»
2. «Основы теории управления автономными системами»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Алгоритмы беспилотного транспорта»

2. «SLAM-алгоритмы»

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-9 | Способен выбирать технологии и средства разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом |
| <i>ПК-9.1</i> | <i>Формулирует задачи выбора технологий и средств разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом, определяя цели, предположения и ограничения</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 | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|--|---------|--------|---------|--------|
| 1 | Введение | 1 | | | |
| 2 | Тема 1. Distribution data services (DDS). | 2 | 2 | | 14 |
| 3 | Тема 2. Введение в ROS | 2 | 2 | | 14 |
| 4 | Тема 3. Обмен сообщениями в ROS | 2 | 2 | | 14 |
| 5 | Тема 4. Особенности реализации ПО с использованием ROS | 2 | 3 | | 14 |
| 6 | Тема 5. Создание протоколов обмена для узлов робототехнической системы | 2 | 2 | | 14 |
| 7 | Тема 6. Встроенные пакеты в ROS, упрощающие разработку для мобильных роботов | 2 | 2 | | 14 |
| 8 | Тема 7. RTI Connex DDS | 2 | 2 | | 14 |
| 9 | Тема 8. Open Splice | 1 | 2 | 1 | 11 |
| 10 | Заключение. | 1 | | | |
| | Итого, ач | 17 | 17 | 1 | 109 |
| | Из них ач на контроль | 0 | 0 | 0 | 35 |
| | Общая трудоемкость освоения, ач/зе | 144/4 | | | |

4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Содержание |
|-------|---|---|
| 1 | Введение | Существующие подходы для программирования мобильных роботов. Архитектура publisher-subscriber. |
| 2 | Тема 1. Distribution data services (DDS). | Фреймворки, обеспечивающие обмен сообщениями. Различные DDS решения. RTI Connex DDS, OpenSplice, ROS, ROS2. |

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Содержание |
|-------|--|---|
| 3 | Тема 2. Введение в ROS | Связь высокоуровневого и низкоуровневого программирования. Способы эмуляции робота. Области применения ROS. Возможности ROS. Показательные примеры разработанных пакетов ROS. Turtle_bot, Turtle_sim. Исполняемые модули (Node). Эфир для приёма и передачи сообщений (Topic). Граф, связывающий Node и Topic. Расширение модели для переменного количества узлов при сохранении свойства real-time. «Нестандартное» управление Turtle_bot с использованием консоли. |
| 4 | Тема 3. Обмен сообщениями в ROS | Типы сообщений, содержащихся в Topic. Ограничение буфера обмена. Использование стандартных типов сообщений. Реализация собственных типов сообщений. Широковещательные сообщения. Сообщения, подразумевающие ответ. Блокирующие и неблокирующие сообщения в ROS. RQT_Graph как способ демонстрации текущего состояния системы. Rviz как способ визуализации. |
| 5 | Тема 4. Особенности реализации ПО с использованием ROS | Launch-файлы, структура исходного кода. Методы переиспользования кода в ROS. Назначение пакетов в ROS. Команды для их создания и сборки |
| 6 | Тема 5. Создание протоколов обмена для узлов робототехнической системы | Вызов сервиса из программы и из консоли. Связь сообщений, передаваемых через Topic и через Service. Реализация собственного типа сообщений для сервиса. Обработка ответа на Service. Одновременное применение передачи информации через Topic и Service. |
| 7 | Тема 6. Встроенные пакеты в ROS, упрощающие разработку для мобильных роботов | TF. Gazebo. RVIZ. Navigation_stack. exploration_stack. |
| 8 | Тема 7. RTI Connnext DDS | Мастер процесс в решении от RTI. Писатели и читатели. Настройка параметров для передачи сообщений. Работа в реальном времени |
| 9 | Тема 8. Open Splice | Мастер процесс в решении Open Splice. Писатели и читатели. Настройка параметров для передачи сообщений. Работа в реальном времени |
| 10 | Заключение. | |

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

| Наименование практических занятий | Количество ауд. часов |
|--|-----------------------|
| 1. Начало работы с ROS | 3 |
| 2. Писатели и читатели в ROS | 4 |
| 3. Продвинутые инструменты в ROS | 4 |
| 4. Писатели и читатели в RTI Connex DD | 3 |
| 5. Писатели и читатели в Open Splice | 3 |
| 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

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 деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| Текущая СРС | Примерная трудоемкость, ач |
|---|---------------------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой | 37 |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 0 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 17 |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ | 0 |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям | 0 |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам | 20 |
| 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 | 35 |
| ИТОГО СРС | 109 |

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 | Программирование в Robot Operating System [Текст] : учеб.-метод. пособие / [К. В. Кринкин [и др.], 2018. -42, [1] с. | 20 |
| Дополнительная литература | | |
| 1 | Джозеф Л. Изучение робототехники с помощью Python [Электронный ресурс], 2019. -250 с. | неогр. |

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

| № п/п | Электронный адрес |
|-------|--|
| 1 | Каталог спецификаций OMG - https://www.omg.org/spec/#DDS |

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7573>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Инфраструктура разработки программного обеспечения для мобильных роботов» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

| Оценка | Описание |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | Выставляется студенту, продемонстрировавшему существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий |
| Удовлетворительно | Выставляется студенту, продемонстрировавшему знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, обладающему необходимыми знаниями, но допустившему неточности в ответах на аттестационном испытании и при выполнении учебных заданий |
| Хорошо | Выставляется студенту, продемонстрировавшему полное знание учебного материала, успешно выполнившему предусмотренные программой задачи, освоившему основную рекомендованную литературу, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности |
| Отлично | Выставляется студенту, продемонстрировавшему всестороннее систематическое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоившему основную литературу и ознакомившемуся с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала |

Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, успешно прошедшие мероприятия текущего контроля в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости: 2 коллоквиума по темам дисциплины.

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

Примерные вопросы к экзамену

| № п/п | Описание |
|-------|---|
| 1 | Решение RTI Connex DDS |
| 2 | Связь высокоуровневого и низкоуровневого программирования |
| 3 | Возможности ROS |
| 4 | Блокирующие и неблокирующие сообщения в ROS. RQT_Graph |
| 5 | Назначение пакетов в ROS |
| 6 | Реализация собственного типа сообщений для сервиса. |
| 7 | Работа в реальном времени |
| 8 | Настройка параметров для передачи сообщений |

Форма билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Инфраструктура разработки программного обеспечения для мобильных роботов**

1. Блокирующие и неблокирующие сообщения в ROS. RQT_Graph
2. Работа в реальном времени

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Текущий контроль предполагает проведение двух коллоквиумов в течение семестра.

Примерные вопросы к коллоквиумам:

Существующие подходы для программирования мобильных роботов.

Архитектура publishersubscriber.

Фреймворки, обеспечивающие обмен сообщениями.

Различные DDS решения. RTI Connnext DDS, OpenSplice, ROS, ROS2.

Связь высокоуровневого и низкоуровневого программирования.

Способы эмуляции робота. Области применения ROS.

Возможности ROS. Показательные примеры разработанных пакетов ROS.

Turtle_bot, Turtle_sim. Исполняемые модули (Node).

Эфир для приёма и передачи сообщений (Topic).

Граф, связывающий Node и Topic.

Расширение модели для переменного количества узлов при сохранении свойства realtime.

«Нестандартное» управление Turtle_bot с использованием консоли

Типы сообщений, содержащихся в Topic. Ограничение буфера обмена.

Использование стандартных типов сообщений.

Реализация собственных типов сообщений. Широковещательные сообщения. Сообщения, подразумевающие ответ. Блокирующие и неблокирующие сообщения в ROS.

RQT_Graph как способ демонстрации текущего состояния системы. Rviz как способ визуализации.

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 |
|--------|---|--------------|
| 1 | Введение | |
| 2 | Тема 1. Distribution data services (DDS). | |
| 3 | Тема 2. Введение в ROS | |
| 4 | Тема 3. Обмен сообщениями в ROS | |
| 5 | Тема 4. Особенности реализации ПО с использованием ROS | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | Коллоквиум |
| 9 | Тема 5. Создание протоколов обмена для узлов робототех- нической | |
| 10 | системы | |
| 11 | Тема 6. Встроенные пакеты в ROS, упрощающие разработ- ку для мобильных роботов | |
| 12 | Тема 7. RTI Connex DDS | |
| 13 | Тема 8. Open Splice | |
| 14 | Заключение. | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | Коллоквиум |

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

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

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее **80** % занятий);
- проведение 2 коллоквиумов в течение семестра по тематике дисциплины, которые подтверждают и закрепляют знания полученные на практических занятиях.

Коллоквиумы проводятся в форме устного обсуждения ряда вопросов по теме занятия. Студенты работают на местах и у доски, разбираются примеры по тем или иным вопросам. В живом обсуждении материала вырабатываются

навыки, необходимые для владения дисциплиной.

Работа на коллоквиуме оценивается по четырехбалльной шкале с учетом активности работы на практических занятиях и компетентности в вопросах дисциплины. При обсуждении вопроса преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов, правильные ответы на которые дают возможность улучшить оценку на 1 балл. Данное условие стимулирует более активную подготовку и работу на коллоквиуме.

В ходе проведения 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 по методикам, описанным 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, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска | 1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; |
| Практические занятия | Аудитория | Количество посадочных мест, оборудованных компьютерами IBM совместимыми Pentium или выше, – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше | 1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; |
| 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 7 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 |
|--------------|-------------|--|---|--------------|------------------------|
| 1 | 23.12.2021 | Внесены изменения в компетентностную модель образовательной программы, на основании письма Минобрнауки России от 21.12.2021 № МН-5/22720 | 23.12.2021 №9 | | |