

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 239
191028, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 8, телефон/факс 272-96-68
ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Принята на заседании
методического (педагогического) совета
от «__» _____ 20__ г
протокол № _____

Утверждена
Приказом № _____ от «__» _____ 20__ г
Директор ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239»
_____ Пратусевич М.Я.

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа**

«ОСНОВЫ ROS»

Возраст учащихся: 14-18 лет

Срок реализации: 1 год

**Разработчик –
Семенов Николай Сергеевич,
педагог дополнительного образования**

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы ROS» (Robot Operating System – система управления роботами, далее «Программа») имеет **техническую** направленность. По уровню освоения является углублённой.

Актуальность программы

Робототехника - это прикладная наука, занимающаяся разработкой и эксплуатацией интеллектуальных автоматизированных технических систем для реализации их в различных сферах человеческой деятельности. Robot Operating System (ROS) - это гибкая платформа (фреймворк) для разработки программного обеспечения роботов. По сути, набор разнообразных инструментов, библиотек и определённых правил, целью которых является упрощение задач разработки ПО роботов. Программа знакомит учащихся с современными задачами управления промышленными роботами KUKA youbot (далее «Робот»), что соответствует запросу общества на получение актуальных навыков и умений в области мировых технологий у подрастающего поколения.

Отличительные особенности программы

Среди курсов по робототехнике нет программ по освоению ROS. Между тем, данная система открывает доступ к широкому спектру оборудования и оптимизации алгоритмов его управления. Отличительной особенностью Программы является использование роботов «KUKA youbot» в качестве мобильных логистических роботов, что позволит учащимся решить перечень насущных логистических задач и подготовиться к соревнованиям «RoboCup@Work».

Программа является составной частью Концепции преподавания робототехники в Центре Робототехники ГБОУ «Президентский ФМЛ №239» и реализуется на 5 год обучения.

Адресат программы

Программа предназначена для учащихся в возрасте 14-18 лет со свободным знанием английского языка и имеющих опыт текстового программирования, желательно успешно прошедшие “Основы компьютерного зрения” или “Язык программирования C++”.

Объем и срок реализации программы

Программа рассчитана на 200 часов. Срок реализации - 1 год обучения.

Цель программы

Развитие инженерно-технических способностей на основе совмещения решений задач беспилотной навигации автономных систем, управления мобильным манипулятором и обработки информации с перечня сенсоров с помощью ROS.

Задачи программы

Обучающие

- Изучение терминологии, понятий и теоретических основ ROS;
- Изучение программного обеспечения Ubuntu, Git, Docker, Gazebo;
- Углубление навыков программирования на языках C++ и Python;
- Развитие навыков работы в операционной системе ROS, решения задач передачи сообщений между процессами, управление пакетами, беспилотной навигацией робота, управления мобильного манипулятора, организации компьютерного зрения.

Развивающие

- Развитие аналитического мышления при изучении возможностей ROS;
- Развитие умений по работе с документацией на английском языке в области робототехники;
- Формирование навыков тайм-менеджмента в распределении задач;
- Научиться управлять и программировать мобильного промышленного робота KUKA youbot.

Воспитательные

- Воспитание чувства товарищества и взаимовыручки при работе в командах, заинтересованности в достижении общего результата;
- Воспитание настойчивости и терпения при работе над поставленной задачей;
- Воспитание социально-значимых качеств (доброжелательность, общительность, уважение).

Условия реализации программы

Условия набора и формирования групп

Группа формируется из учащихся в возрасте 14-18 лет, прошедших третий или четвертый год обучения по дополнительной общеобразовательной программе “Основы компьютерного зрения” или “Язык программирования С++”, а также имеющих опыт текстового программирования и свободно владеющих английским языком. Набор в группу происходит на основе индивидуального тестирования, призванного определить знания и навыки учащегося.

Количество учащихся в группе

Количество учащихся в группе от 6 до 10 человек. В соответствии с пунктом 2.3 «Положения о наполняемости объединений дополнительного образования ГБОУ «Президентский ФМЛ №239»» уменьшенная наполняемость группы обусловлена использованием специфического оборудования, которое требует особого обращения и усиления контроля преподавателя за работой учащихся.

Формы организации деятельности учащихся, используемые на занятии

- **Фронтальная** - работа педагога со всеми учащимися одновременно: беседа, показ, объяснение;
- **Групповая** - организация работы в командах, для выполнения задач по программированию и управлению робота KUKA youbot;
- **Индивидуальная** - организуется для работы с одарёнными детьми (выполняющими поставленные задачи быстрее), а также для коррекции пробелов в знаниях, умениях и отработки отдельных навыков, например, в случае отставания ребёнка из-за продолжительного периода болезни и пропуска занятий.

Формы проведения занятий

Занятия по робототехнике предполагают разные формы проведения, что может быть обусловлено учебно-тематическим планом и задачами, поставленными педагогом в конкретный период.

- **Лекционные занятия** - представление теоретического материала, необходимого для выполнения дальнейших задач;
- **Практические занятия** – непосредственно выполнение поставленных задач: отработка новых, отладка уже имеющихся;
- **Контрольные занятия** - проверка знаний, навыков и умений учащихся, полученных за отчетный период времени. Выполнение индивидуального практического задания;
- **Занятие-соревнование** - тематическое интерактивное занятие, которое может проходить в форме соревнований между участниками группы;

- **Выездное занятие** - совместное посещение фестивалей, соревнований, выставок, посвященных робототехнике в общем и рассматриваемым темам в частности.

Материально-техническое обеспечение

Кабинет для занятий должен быть укомплектован:

- 2 мобильных промышленных робота «KUKA youbot» в штатной комплектации;
- 2 камеры Intel RealSense в штатной комплектации;
- 2 портативных лидара Holoport в штатной комплектации;
- 5 WIFI-адаптеров Netgear в штатной комплектации;
- проектор;
- принтер;
- маркерная доска.

Кадровое обеспечение

1 педагог дополнительного образования при группе 6-10 учащихся.

Планируемые результаты

Предметные результаты

К концу обучения учащиеся:

- Изучат терминологию, понятия и теоретические основы ROS;
- Изучат программное обеспечение Ubuntu, Git, Docker, Gazebo;
- Углубят навыки программирования на языках C++ и Python;
- Приобретут навыки работы в операционной системе ROS, решения задач передачи сообщений между процессами, управление пакетами, беспилотной навигацией робота, управления мобильного манипулятора, организации компьютерного зрения;
- Научатся управлять и программировать мобильного промышленного робота KUKA youbot.

Метапредметные результаты

К концу обучения учащиеся:

- разовьют аналитическое мышление;
- будут иметь навыки использования англоязычной документации;
- будут иметь навыки тайм-менеджмента в распределении задач.

Личностные результаты

К концу обучения учащиеся:

- будут проявлять трудолюбие, терпение и усидчивость при выполнении поставленной задачи;
- научатся тайм-менеджменту: качественно планировать время на выполнение каждой задачи;
- будут владеть навыками делового общения на английском языке.

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН Основы ROS

№	Название темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего часов	Теория	Практика	
1.	Инструктаж по ТБ. Вводное занятие.	3	3	0	Устный опрос
2.	Установка необходимого ПО: Linux, ROS, IDE.	3	0	3	Устный опрос
3.	Основы работы с Linux-системами	6	3	3	Зачёт
4.	Основы C++ для работы с ROS	9	4	5	Зачёт
5.	Базовые понятия ROS, Docker	3	1	2	Устный опрос
6.	Написание базовых нод. Turtlesim.	3	1	2	Устный опрос
7.	Топики и сервисы ROS.	3	1	2	Устный опрос
8.	Launch-файлы в ROS.	3	1	2	Устный опрос
9.	Основы работы с GIT. GitHub.	3	1	2	Устный опрос
10.	Симулятор Gazebo.	6	3	3	Зачёт
11.	Инструктаж по ТБ. Знакомство с мобильным роботом KUKA youbot.	3	2	1	Устный опрос
12.	Интеграция роботов в общую сеть. Разделение процессов между мастером и хост-машиной. SSH.	3	1	2	Устный опрос
13.	Удалённое управление шасси. Использование сторонних устройств управления.	3	1	2	Устный опрос
14.	Кинематика роликонесущих колёс. Расчёт алгоритмов управления.	6	4	2	Устный опрос
15.	Автономное управление шасси. Следование траектории.	6	3	3	Устный опрос
16.	Визуализатор RVIZ. Основы работы с лидаром HoloKey.	6	3	3	Зачёт
17.	Локализация робота и построение карты местности при помощи библиотек amcl, gmapping, Google Cartographer. Следование по маршруту.	18	6	12	Зачёт
18.	Соревнования: ROS Maze Navigation (автономный проезд робота по лабиринту).	3	0	3	Соревнования
19.	Инструктаж по ТБ. Знакомство с устройством манипулятора. Удалённое управление манипулятором.	3	2	1	Устный опрос

20.	Автономная навигация. Пакет youbot_navigation.	12	3	9	Зачёт
21.	Кинематика 5-ти осевого манипулятора. Расчёт алгоритмов управления.	9	6	3	Устный опрос
22.	Автономное управление манипулятором. Библиотека moveIt. Движение захвата по контрольным точкам, удержание позиции.	18	6	12	Устный опрос
23.	Совмещение управления манипулятора и шасси. Выполнение базовой логистической задачи.	9	3	6	Зачёт
24.	Основы Python для работы с ROS	9	5	4	Устный опрос
25.	Основы OpenCV для работы с ROS	6	4	2	Устный опрос
26.	Инструктаж по ТБ. Знакомство с rgbd-камерой Intel RealSense. RVIZ.	3	2	1	Устный опрос
27.	Распознавание объектов. ROS Perception. OpenCV.	6	3	3	Зачёт
28.	Автономный захват объектов манипулятором.	15	5	10	Устный опрос
29.	Распознавание агисо-маркеров.	6	3	3	Устный опрос
30.	Совмещение алгоритмов управления. Выполнение продвинутой логистической задачи.	15	3	12	Зачёт
31.	Соревнования: RoboCup@Work	3	0	3	Соревнования
32.	ИТОГО:	204	83	121	-

УТВЕРЖДЕН

Приказом № __ «__» __ 20__ г.

III. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

**реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей
программы «Основы ROS»
на 2022-2023 учебный год**

Год обучения*	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
5 год 571ROS	13.09.22	26.05.22	34	204	2 раза в неделю по 3 часа

*Год обучения в Центре робототехники

IV. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические материалы

1. Тематические электронные презентации Семенова Н.С. “Основы ROS”;
2. <http://wiki.ros.org> – сайт с описаниями принципов работы различных пакетов;
3. <https://app.theconstructsim.com> – сайт с учебными курсами по разным направлениям системы ROS.

Оценочные материалы

Виды и формы подведения итогов по программе

Вид контроля	Цель	Как часто/когда	Формы	Тема/Название/Содержание
Входная диагностика	Выявление уровня готовности учащихся к освоению программы	Один раз, в начале учебного года	Тест	Текстовое программирование и знание английского языка
Текущий контроль	Выявление уровня освоения материала учащимися и корректировка процесса обучения	В течение всего учебного года, в конце занятий	Устный опрос	В соответствии с темами календарно-тематического планирования
Промежуточный контроль	Выявление уровня освоения программы учащимися и корректировка процесса обучения	Девять раз в течение учебного года, в конце каждого раздела	Зачёт	В соответствии с темами календарно-тематического планирования
Итоговый контроль	Выявление уровня освоения программы, дача рекомендаций по продолжению обучения в структуре Центра робототехники	В конце учебного года	Соревнования	В соответствии с темами календарно-тематического планирования

Система оценивания результативности программы

Измеряемые параметры	Критерии оценки		
	Допустимый уровень знаний и умений (1 балл)	Хороший уровень знаний и умений (2 балла)	Отличный уровень знаний и умений (3 балла)
1. Предметные			
Умение использовать программное обеспечение Linux, Ubuntu, Git, Docker.	Не может самостоятельно запустить Docker-контейнер, устанавливает приложения без консоли	Самостоятельно запускает Docker-контейнер, плохо контролирует версии программ с помощью git	Самостоятельно настраивает Docker-контейнер, устанавливает необходимые пакеты и приложения, свободно контролирует версии программ с помощью git
Знание терминологии, понятий и основ ROS	Понимает терминологию, но часто совершает ошибки	Использует терминологию ROS, но не может полностью применить его возможности	Понимает все возможности ROS, свободно использует терминологию
Умение управлять роботом KUKA youbot	Может управлять роботом через teleop, а автономно запустить не может.	Может свободно управлять роботом для перемещения, но не разбирается, как получить информацию с остальных сенсоров	Может свободно найти всю необходимую информацию о роботе и его сенсорах и управлять им для решения задач на занятии

2. Метапредметные			
Развитие аналитического мышления	Не способен самостоятельно найти информацию	Иногда самостоятельно находит информацию	Может самостоятельно найти всю необходимую информацию и применить ее на занятиях
Имеют навыки использования англоязычной документации	Может только составить запрос и с помощью переводчика перевести на английский	Знает основные понятия на английском, но комплексный запрос сформировать не получается	Способен самостоятельно найти и понять всю необходимую информацию на английском
Навыки тайм- менеджмента в распределении задач	Не может придумать как поделить задачу на малые, плохо контролирует сколько уходит времени на решение поставленной задачи	Способен придумать способ деления задачи на малые, но не может рассчитать время на их выполнение	Самостоятельно придумывает деление задачи и способен протестировать каждую малую часть с учетом затрат по времени
3. Личностные качества учащегося			
Настойчивость и терпение при работе над поставленной задачей	Отсутствует терпение, во время урока много отвлекается	Проявляет терпение, охотно исправляет ошибки	Проявление настойчивость при решении задач, самостоятельно находит и исправляет ошибки
Навыки делового общения при работе в команде	Не уважает окружающих, плохо работает в команде	Умеет корректно общаться, но плохо работает в команде	Умеет общаться и хорошо работает в команде

По Итоговой сумме баллов определяется уровень освоения Программы в соответствии со следующей шкалой:

1-12 баллов - начальный уровень; 12-24 баллов - средний уровень; больше 24 баллов - высокий уровень.

V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Список литературы для педагогов

ROS IN 5 DAYS Book Collection

Mastering ROS for Robotics Programming – Second Edition

Effective Robotics Programming with ROS – Third Edition

Интернет-ресурсы для педагогов

<https://stepik.org/course/3222/promo> - курс по ROS на платформе Stepik

<http://wiki.ros.org> – основной англоязычный ресурс по ROS

<https://www.3blue1brown.com/> - англоязычный ресурс, на котором можно найти красивые иллюстрации для объяснения математических операций

<https://www.theconstructsim.com/> - онлайн компилятор ROS

<https://www.youtube.com/watch?v=HLLmV9LQoac> – создание модели собственного робота для использования в rviz и Gazebo

Список литературы для учащихся

ROS IN 5 DAYS Book Collection

Интернет-ресурсы для учащихся

<https://www.app.theconstructsim.com/> - онлайн компилятор ROS

VI. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Тема 1. «Инструктаж по ТБ. Вводное занятие»

Теория: правила работы за компьютером. Правила нахождения в компьютерном классе. Допустимые и недопустимые действия. История и основы работы операционной системы Linux. Обсуждение дальнейших планов.

Практика: обсуждение правил нахождения в компьютерном классе, разбор порядка проведения занятия. Установка и первоначальная настройка дистрибутива Ubuntu.

Тема 2. «Установка необходимого ПО: Linux, ROS, IDE»

Теория: методы корректной установки соответствующего ПО: системы ROS, сред разработки и симуляторов. Детальная настройка Ubuntu.

Практика: Установка ПО.

Тема 3. «Основы работы с Linux-системами»

Теория: Интерфейс системы. Использование терминала. Работа с файлами.

Практика: Обучение работе с системой Linux, использование терминала.

Тема 4. «Основы C++ для работы с ROS»

Теория: Применение языка программирования C++ при работе в системе ROS. Особенности использования, дополнения. Восполнение пробелов в базовых знаниях.

Практика: Изучение C++ и его применение на решении простых задач.

Тема 5. «Базовые понятия ROS, Docker»

Теория: Устройство и структура системы ROS. Понятия package, node, topic, workspace. Запуск roscore. Система Docker.

Практика: Изучение ROS при запуске тестовых нод. Запуск ROS в Docker-контейнере.

Тема 6. «Написание базовых нод. Turtlesim.»

Теория: Работа с пакетом turtlesim, teleop – управление черепашкой. Ноды Publisher и Subscriber, что такое Service и Rosparam.

Практика: Пишем Publisher и Subscriber для простых сообщений. Запускаем rqt_graph для того, чтобы посмотреть на связи между пакетами. Переписываем publisher для сообщений geometry_msgs/Twist. Работаем с командами сервиса turtlesim.

Тема 7. «Топики и сервисы ROS»

Теория: Разница между topic и service при обмене данными.

Практика: Пишем Publisher и Subscriber для простых сообщений. Запускаем rqt_graph для того, чтобы посмотреть на связи между пакетами. После дублируем Subscriber и тестируем через service.

Тема 8. «Launch-файлы в ROS»

Теория: Назначение Launch-файла. Указание параметров запуска.

Практика: Создание и тестирование Launch-файлов для уже имеющихся проектов.

Тема 9. «Основы работы с GIT. GitHub»

Теория: Для чего применяется Git, как он устроен. Чем отличаются облачные технологии Git от локальных. Знакомимся с clone, add, commit и push. Работа с ветками, git checkout branch.

Практика: Регистрация на GitHub, установка базовой директории. Работаем с файлом, учимся редактировать его, делать add, commit и push.

Тема 10. «Симулятор Gazebo»

Теория: Устройство и предназначение симулятора. Способы использования.

Практика: Управление моделями роботов в симуляторе.

Тема 11. «Инструктаж по ТБ. Знакомство с мобильным роботом KUKA youbot»

Теория: Правила работы за компьютером. Правила нахождения в компьютерном классе. Допустимые и недопустимые действия.

Практика: Знакомство с мобильным роботом KUKA youbot.

Тема 12. «Интеграция роботов в общую сеть. Разделение процессов между мастером и хост-машиной. SSH»

Теория: Подключение роботов и хост –машин к единой сети. Разделение процессов между мастером и хост-машиной. Доступ к роботу по протоколу SSH.

Практика: Подключение роботов и хост –машин к единой сети. Разделение процессов между мастером и хост-машиной. Доступ к роботу по протоколу SSH. Тестирование базовых нод.

Тема 13. «Удалённое управление шасси. Использование сторонних устройств управления»

Теория: Методы удалённого управления шасси. Функция teleop. Работа с внешними устройствами управления.

Практика: Написание кода удалённого управления и его тестирование.

Тема 14. «Кинематика роликонесущих колёс. Расчёт алгоритмов управления»

Теория: Изучение кинематики роликонесущих колёс типа Mecanum. Расчёт требуемого алгоритма управления.

Практика: Написание и отладка алгоритма.

Тема 15. «Автономное управление шасси. Следование траектории»

Теория: Расчёт прохождения требуемой траектории. Снятие показаний с датчиков оборотов двигателей.

Практика: Выполнение практического задания на следование по определённой траектории, отладка кода.

Тема 16. «Визуализатор RVIZ. Основы работы с лидаром Никоуо»

Теория: Знакомство с устройством и принципами работы лидара Никоуо. Знакомство с визуализатором данных RVIZ.

Практика: Тестирование разных режимов работы датчика через RVIZ. Расширенная настройка режимов работы.

Тема 17. «Локализация робота и построение карты местности при помощи библиотек amcl, gmapping, Google Cartographer. Следование по маршруту»

Теория: Локализация робота и построение карты местности при помощи библиотек amcl, gmapping, Google Cartographer.

Практика: Построение карты (в управляемом и автономном режимах). Инструментарий работы с картой. Сравнение результатов.

Тема 18. «Соревнования: ROS Maze Navigation (автономный проезд робота по лабиринту)»

Теория: -

Практика: Выполнение практического задания в условиях соревнования. Вкратце - автономный проезд робота по лабиринту с локализацией и построением карты, затем проезд в зону финиша.

Тема 19. «Инструктаж по ТБ. Знакомство с устройством манипулятора. Удалённое управление манипулятором»

Теория: Правила работы за компьютером. Правила нахождения в компьютерном классе. Допустимые и недопустимые действия. Удалённое управление манипулятором различными типами устройств управления.

Практика: Знакомство с внешним и внутренним устройством манипулятора. Удалённое управление манипулятором различными типами устройств управления. Сравнение результатов.

Тема 20. «Автономная навигация. Пакет youbot_navigation»

Теория: Продвинутые алгоритмы навигации. Знакомство с пакетом youbot_navigation.

Практика: Написание и отладка различных модификаций алгоритма навигации.
Сравнение результатов.

Тема 21. «Кинематика 5-ти осевого манипулятора. Расчёт алгоритмов управления.»

Теория: Изучение кинематики 5-ти осевого манипулятора мобильного робота. Расчёт требуемого алгоритма управления.

Практика: Написание и отладка алгоритма, вывод формул кинематики.

Тема 22. «Автономное управление манипулятором. Библиотека moveIt. Движение захвата по контрольным точкам, удержание позиции»

Теория: Управление манипулятором с использованием библиотеки moveIt и алгоритма контроля оборотов.

Практика: Движение захвата по контрольным точкам, удержание позиции.

Тема 23. «Совмещение управления манипулятора и шасси. Выполнение базовой логистической задачи»

Теория: Совмещение управления манипулятора и шасси. Структурирование нод и топиков.

Практика: Выполнение базовой логистической задачи – доехать до объекта, захватить, погрузить, привезти обратно.

Тема 24. «Основы Python для работы с ROS»

Теория: Применение языка программирования Python при работе в системе ROS. Особенности использования, дополнения. Восполнение пробелов в базовых знаниях.

Практика: Изучение Python и его применение на решении простых задач.

Тема 25. «Основы OpenCV для работы с ROS»

Теория: Применение библиотеки OpenCV при работе в системе ROS. Особенности использования, дополнения. Восполнение пробелов в базовых знаниях. Основы машинного зрения.

Практика: Изучение OpenCV и его применение на решении простых задач.

Тема 26. «Инструктаж по ТБ. Знакомство с rgb-d-камерой Intel RealSense. RVIZ»

Теория: Правила работы за компьютером. Правила нахождения в компьютерном классе. Допустимые и недопустимые действия. Знакомство с rgb-d-камерой Intel RealSense. Углубление знаний RVIZ

Практика: Тестирование разных режимов работы камеры через RVIZ. Расширенная настройка режимов работы. Сравнение результатов.

Тема 27. «Распознавание объектов. ROS Perception. OpenCV»

Теория: Методы распознавания различных объектов с использованием инструментария ROS Perception и OpenCV.

Практика: Написание алгоритма распознавания. Отладка. Сравнение надёжности работы на различных объектах.

Тема 28. «Автономный захват объектов манипулятором»

Теория: Совмещение алгоритмов управления манипулятором и распознавания объектов. Автономный захват объектов манипулятором.

Практика: Отладка алгоритма в ходе выполнения задачи захвата/сортировки объектов.

Тема 29. «Распознавание агисо-маркеров»

Теория: Распознавание агисо-маркеров посредством rgb-d-камеры. Фильтрация входного видеопотока.

Практика: Написание и отладка алгоритма распознавания в различных условиях внешней среды.

Тема 30. «Совмещение алгоритмов управления. Выполнение продвинутой логистической задачи»

Теория: Совмещение рассмотренных ранее алгоритмов управления. Возможные нюансы при совмещении.

Практика: Выполнение продвинутой логистической задачи (сокращённая версия по регламенту RoboCup@Work). Вкратце – автономный режим, движение с построением карты и поиском маркера, считывание маркера, проезд в обозначенный им сектор, захват там нужного объекта, погрузка, возврат в требуемую зону полигона.

Тема 31. «Соревнования: RoboCup@Work»

Теория: Подведение итогов курса, обсуждение планов на будущее.

Практика: Выполнение практического задания в условиях соревнования по регламенту RoboCup@Work.