



Ассоциация участников технологических кружков

УТВЕРЖДАЮ
Президент Ассоциации



А.И. Федосеев

Образовательная программа

**«Технологии искусственного интеллекта
в задачах беспилотного транспорта»**

Профиль: Автономные транспортные системы

Возраст учащихся: 13-18 лет

Срок реализации программы: 2 года

Разработчик: Белкин В.С.,
научный руководитель профиля
«Автономные транспортные системы» НТО
ООО «Академия Высоких Технологий»

Москва, 2020 г.

Содержание

<u>1. Пояснительная записка</u>	3
<u>1.1. Краткая характеристика предмета</u>	3
<u>1.2. Направленность образовательной программы</u>	3
<u>1.3. Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность</u>	3
<u>1.4. Цель образовательной программы</u>	5
<u>1.5. Задачи образовательной программы</u>	5
<u>1.6. Отличительные особенности</u>	6
<u>1.7. Возраст детей, участвующих в реализации данной программы</u>	6
<u>1.8. Сроки реализации программы</u>	7
<u>1.9. Режим занятий</u>	7
<u>2. Учебно-тематический план дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта».</u>	8
<u>2.1. Задачи первого года обучения</u>	8
<u>2.3. Ожидаемые результаты первого года обучения</u>	9
<u>2.4. Задачи второго года обучения</u>	10
<u>2.6. Ожидаемые результаты второго года обучения</u>	11
<u>3. Содержание дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта»</u>	13
<u>3.1. Первый год обучения</u>	13
<u>3.2. Второй год обучения</u>	14
<u>4. Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта»</u>	16
<u>4.1. Формы организации занятий и деятельности детей</u>	16
<u>4.2. Методы организации учебного процесса</u>	16
<u>4.3. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности</u>	16
<u>4.4. Формы подведения итогов реализации ДОП</u>	17

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика предмета

Технологии искусственного интеллекта: компьютерное зрение, методы машинного обучения, системы принятия решений и обработка естественного языка вошли в обычную практику и применяются повсеместно. При этом освоение и применение данных технологий часто не требует сложных знаний классических предметов, поэтому может изучаться в общеобразовательной школе на уровне 8 класса. Студенческие турниры по методам машинного обучения проводятся повсеместно, а с 2017 года в России были запущены первые школьные соревнования в рамках Олимпиады Кружкового движения Национальной технологической инициативы. Также с 2018 года проводится множество всероссийских турниров по программированию образовательных беспилотных автомобилей:

- Профиль «Автономные транспортные системы» Олимпиады КД НТИ;
- Компетенция «Future Engineers» в рамках World Robot Olympiad;
- Кубок России по технологиям искусственного интеллекта;
- АвтоНет 18+ в рамках PROfest;
- Дататон Московского технологического марафона;
- Российско-израильский турнир Роботтрафик и многие др.

В настоящее время тематика наземной беспилотной мобильной робототехники проживает лавинообразный взлёт: число всероссийских и международных соревнований увеличивается каждый год. При этом участие в них помогает и учащимся: они получают дополнительные баллы ЕГЭ, и учебным организациям: многие из данных турниров входят в региональные и федеральные рейтинги учебных учреждений.

Работа с технологиями искусственного интеллекта и беспилотными транспортными средствами позволяет образовательной организации проводить собственные мероприятия для всех увлечённых молодых программистов региона и привлекать внимание средств массовой информации уникальными событиями, не имеющими аналогов среди других организаций. Таким образом, внедрение курса «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта» позволяет образовательной организации сформировать репутацию лидера в области современных образовательных технологий и IT-решений.

1.2. Направленность образовательной программы

Направленность программы - научно-техническая. Программа направлена на привлечение учащихся к электронике, конструированию и программированию мобильных роботизированных устройств, а также к применению технологий искусственного интеллекта в проектной деятельности для создания решений, которые помогут изменять мир вокруг.

1.3. Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность

Второе десятилетие XXI века ознаменовалось переходом человечества в новую технологическую эпоху. Последние годы одновременно с информатизацией общества лавинообразно расширяется применение технологий автоматизированного детектирования объектов, распознавания образов и принятия решений в качестве ключевых инструментов взаимодействия человека с окружающим миром. Стремительно растущие коммуникационные возможности устройств на базе технологий распознавания речи и гибридных систем принятия решений, колоссальное расширение информационных систем и повсеместное внедрение

высокоавтоматизированных мобильных робототехнических комплексов позволяют говорить об изменении среды обитания человека. Беспилотные такси и автономные мобильные роботы-уборщики и доставщики, «умный» дом и автоматизированный контроль производства, расчёт производственных линий на заводах и создание лекарств. Для человечества началась эра искусственного интеллекта, семейства технологий, несущих потенциал революционного технологического прорыва и требующей адекватной реакции как в сфере науки, так и в сфере образования.

В связи с активным внедрением технологий искусственного интеллекта в жизнь общества постоянно увеличивается потребность в высококвалифицированных специалистах. В ряде передовых отечественных вузов присутствуют специальности, связанные с анализом данных, методами машинного обучения для анализа больших данных, инструментами компьютерного зрения и обработки естественного языка, а также разработкой систем принятия решений. Однако, в большинстве случаев не происходит предварительной ориентации школьников на возможность продолжения учебы в данном направлении. Многие абитуриенты стремятся попасть на специальности, связанные с информационными технологиями, не предполагая о всех возможностях этой области. Между тем, игры с роботами и беспилотниками, конструирование и изобретательство присущи подавляющему большинству современных детей. Таким образом, появилась возможность и назрела необходимость в непрерывном образовании в сфере актуальной робототехники, основанной на технологиях искусственного интеллекта. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной вузовской подготовкой позволяет изучение данных тематик в школе на основе специальных образовательных робототехнических комплексов, таких как беспилотный автомобиль «АЙКАР» на базе компьютерного зрения.

Беспилотные автомобили являются уникальной моделью. Она позволяет изучать технологии искусственного интеллекта на практике и отлаживать программный код на реальном оборудовании. Задачи образовательных беспилотных автомобилей полностью соответствуют вызовам индустрии высокоавтоматизированных транспортных средств. В рамках курса учащиеся работают с мобильным роботом на автомобильной колёсной базе и пишут программы для детектирования, распознавания и реагирования на объекты городской среды: дорожные знаки, светофоры, пешеходов и др.

Введение дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта» в школе неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных. Применение учащимися на практике теоретических знаний, полученных на математике, физике и информатике, ведет к более глубокому пониманию основ, закрепляет полученные навыки, формируя образование в его наилучшем смысле.

Вторым важным слагаемым качественного образования в рамках программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта», безусловно, является проектная деятельность. Курс начинается с классических игр с мобильными роботами. На этом этапе учащиеся узнают основные принципы построения простейших алгоритмов движения и ориентирования, а также учатся писать программы для их автоматизации под управлением плат микроконтроллеров и одноплатных компьютеров. Далее учащиеся переходят к высокоуровневому программированию задач автономных беспилотных автомобилей на базе компьютерного зрения. Завершается же программа созданием самостоятельных проектов с применением технологий искусственного интеллекта, уже не связанных с мобильной робототехникой. Например, шахматный робот, анализатор состава крови, подсказчик по поливу растений в оранжерее и другие.

Возможность своими руками прикоснуться к миру беспилотных автомобилей и искусственного интеллекта является мощнейшим стимулом к познанию нового. Самостоятельная созидательная деятельность поможет современному молодому человеку преодолеть «инстинкт» потребителя и сформировать стремление к непрерывному развитию.

Современные принципы решения актуальных задач человечества с помощью беспилотников и внедрений искусственного интеллекта, усвоенные в школьном возрасте, ко времени окончания вуза и начала работы по специальности отзовутся в принципиально новом подходе к реальным задачам.

Таким образом, занятия по программе «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта» позволяют готовить специалистов нового склада, способных к совершению инновационного прорыва в современной науке и технике. А высокая актуальность задач, интенсивность образовательного процесса и зрелищность соревнований делают кружок по данным тематикам визитной карточкой учебного учреждения, ориентированного в будущее.

1.4. Цель образовательной программы

- Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учебы в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с компьютерным зрением, беспилотным транспортом и технологиями искусственного интеллекта.
- Создание фундамента знаний по специальностям компьютерного зрения для облегчения изучения профессиональных узкоспециализированных курсов по компьютерному зрению и технологиями искусственного интеллекта.
- Подготовка к соревнованиям по программированию беспилотных транспортных средств и автономных мобильных роботов, высокоуровневому программированию, компьютерному зрению и технологиям искусственного интеллекта.

1.5. Задачи образовательной программы

Образовательные

- Использование современных разработок по беспилотному транспорту и компьютерному зрению с глубоким обучением в области образования, организация на их основе активной внеурочной деятельности учащихся.
- Ознакомление учащихся с комплексом технологий, применяемых при создании высокоавтоматизированных мобильных робототехнических систем и гибридных систем принятия решений.
- Реализация межпредметных связей с математикой, информатикой и физикой.
- Решение учащимися ряда задач по направлениям компьютерного зрения и методов машинного обучения для анализа больших данных.
- Решение учащимися ряда задач программирования беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения.

Развивающие

- Развитие у школьников инженерного мышления, навыков программирования и эффективного построения самоуправляемых систем.
- Развитие внимательности, аккуратности и изобретательности.
- Развитие логического и алгоритмического мышления у учащихся.
- Развитие способности дробить задачу на этапы, выполнять и отлаживать каждый последовательно.
- Развитие мышления, ориентированного на достижение конкретного результата творческой деятельности и создание полноценных функционирующих продуктов.
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях наземных беспилотников для закрепления изучаемого материала и мотивации к дальнейшему развитию.

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к самообразованию, созданию собственных самоуправляемых автономных программных и робототехнических систем, основанных на технологиях искусственного интеллекта.
- Формирование у учащихся стремления к получению конкретного законченного результата и качественно функционирующего продукта.
- Формирование навыков проектного мышления и эффективной работы в команде, основанной на принципах взаимоусиления участников.

1.6. Отличительные особенности

Данная образовательная программа имеет ряд отличий от уже существующих аналогов.

- Существующие аналоги предполагают ознакомление с предметом – знание возможностей, без понимания сути процессов и структуры алгоритмов. Либо напротив, описывают суть процессов, но математически сложны для восприятия школьника, так как используют математический аппарат линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления. Базовые понятия компьютерного зрения, теории автоматического управления и нейронных сетей адаптированы для уровня восприятия учащихся средней школы. Это позволяет начать подготовку инженерных кадров уже с 7-го класса школы.
- Особенностью данной программы является нацеленность на конечный результат. Учащийся не просто изучает алгоритм и принципы его работы, но и применяет полученные знания для создания корректно функционирующего решения поставленной задачи в мире автономных транспортных систем.
- Программа плотно связана с участием, а также организацией и проведением собственных соревновательных мероприятий в научно-технической сфере для учащихся: турниры по мобильной робототехнике, хакатоны по высокоуровневому программированию, конкурсы проектов, конференции по прикладным аспектам искусственного интеллекта в образовательной деятельности. Это позволяет принимать активное участие в конкурсах различного уровня: от школьного и регионального до всероссийского и даже международного, не выходя за рамки учебного процесса.

1.7. Возраст детей, участвующих в реализации данной программы

- 13-15 лет – основная группа
- 16-17 лет – старшая группа

Программа может быть скорректирована в зависимости от возраста учащихся. Некоторые темы взаимосвязаны со школьным курсом и могут, с одной стороны, служить пропедевтикой, а с другой, опираться на него. Например, одометрия связана с криволинейным движением, которое изучается в 9-ом классе. Понятие электрического напряжения и силы тока появляется на физике в 8-ом классе, но играет существенную роль в коммутации электронных модулей беспилотного автомобиля.

Запуск кружка для учащихся старшей школы позволит тратить гораздо меньше времени для разбора многих фундаментальных тем: электричество, механика, кинематика, расчёт траектории движения. Работая со старшеклассниками, проявившими интерес к беспилотному транспорту, компьютерному зрению с глубоким обучением и другим технологиям искусственного интеллекта незадолго до окончания школы, рекомендуется особенно бережно и тщательно относиться к их времени: создавать индивидуальные планы и при необходимости сокращать программу курса до одного учебного года.

1.8. Сроки реализации программы

Программа рассчитана на двухгодичный цикл обучения.

Дополнительная образовательная программа по направлению «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта». ООО «Академия Высоких Технологий», Москва, 2020

В первый год учащиеся проходят курс по основам программирования микроконтроллеров и одноплатных компьютеров, построения систем с обратной связью и основам компьютерного зрения, детектирования объектов и распознавания образов.

Во второй год учащиеся применяют полученные знания для программирования беспилотного автомобиля, ориентирующегося по данным с видеокамеры при помощи технологии компьютерного зрения с глубоким обучением. Изучают новые алгоритмы компьютерного зрения и методы машинного обучения. Проходят курс по основам обучения и использования нейронных сетей, классификации изображений, детектированию на них объектов и распознаванию образов. Решают новые и улучшают решения старых задачи беспилотного автомобиля с помощью нейросетевых алгоритмов.

1.9. Режим занятий

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 академических часа. Всего – 144 академических часа: 72 – в первый и 72 – во второй год обучения.

2. Учебно-тематический план дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта».

2.1. Задачи первого года обучения

Образовательные

- Ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании высокоавтоматизированных автономных мобильных робототехнических систем.
- Использование современных разработок по тематикам создания и программирования автономных мобильных робототехнических систем на базе классического сенсорного окружения из инфракрасных датчиков линии и ультразвуковых датчиков дистанции в области образования и организация на их основе активной внеурочной деятельности учащихся.
- Использование современных разработок по тематикам компьютерного зрения в автономных мобильных робототехнических системах в области образования и организация на их основе активной внеурочной деятельности учащихся.
- Реализация межпредметных связей с математикой, информатикой и физикой.

Развивающие

- Развитие у школьников инженерного мышления, навыков программирования и эффективного построения самоуправляемых систем.
- Развитие внимательности, аккуратности и изобретательности.
- Развитие логического и алгоритмического мышления у учащихся.
- Развитие способности дробить задачу на этапы, выполнять и отлаживать каждый последовательно.
- Развитие мышления, ориентированного на достижение конкретного результата творческой деятельности и создание полноценных функционирующих продуктов.
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях наземных беспилотников для закрепления изучаемого материала и мотивации к дальнейшему развитию.

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к самообразованию, созданию собственных самоуправляемых автономных программных и робототехнических систем, основанных на технологиях искусственного интеллекта.
- Формирование у учащихся стремления к получению конкретного законченного результата и качественно функционирующего продукта.
- Формирование навыков проектного мышления и эффективной работы в команде, основанной на принципах взаимоусиления участников.

Дополнительная образовательная программа по направлению «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта». ООО «Академия Высоких Технологий», Москва, 2020

№	Тема	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Техника безопасности. Вводное занятие: обзор курса.	1	1	2	
2	Основы электроники и программирования микроконтроллеров.	3	7	10	
3	Программирование микроконтроллеров беспилотного автомобиля для решения основных задач движений.	2	6	8	
4	Одноплатные компьютеры и основы разработки программ для них.	2	6	8	
5	Программирование взаимодействия одноплатного компьютера и периферийных датчиков.	2	6	8	
6	Основы компьютерного зрения.	2	6	8	
7	Простые алгоритмы детектирования объектов и распознавания образов.	2	10	12	
8	Программирование движения автономного мобильного робота на базе компьютерного зрения.	3	13	16	
	Всего:	17	55	72	

2.2. Содержание программы первого года обучения

Тема	Содержание	Форма занятий
Техника безопасности. Вводное занятие: обзор курса.	Знакомство с моделью беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения, основными компонентами модели и их назначением.	Лекция Практика
Основы электроники и программирования микроконтроллеров.	Знакомство с микроконтроллерами, их возможностями и применением. Интегрированные среды разработки (IDE) для написания программ под микроконтроллеры и загрузка программы этих на микроконтроллер.	Лекция
	Структура программы, мигание светодиодом.	Практика
	ШИМ и его применение, плавное изменение яркости свечения светодиода.	Практика
	Сервоприводы – обзор, виды и устройство. Управление сервоприводами. Допустимые значения углов сервопривода для сборки модельных беспилотных автомобилей.	Лекция
	Коллекторный двигатель постоянного тока, его драйвер и управление ими. Управление режимами работы двигателей при помощи электронной регулировки скорости (ESC).	Лекция
	Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) для обмена информацией между микроконтроллером и внешними устройствами: получение и передача данных.	Практика
	Цифровой сигнал и его приём. Инфракрасный датчик линии, как источник цифрового сигнала.	Практика

	Условные конструкции и действия в зависимости от показаний инфракрасного датчика линии.	Практика
	Движение мобильного робота по непрерывной линии, контрастной к поверхности полигона.	Практика
	Ультразвуковой датчик дистанции – внутреннее устройство и получение данных. Остановка мобильного робота перед препятствием на основе показаний сонара.	Практика
Программирование микроконтроллеров беспилотного автомобиля для решения основных задач движений.	Следование за подвижным объектом.	Практика
	Движение мобильного робота вдоль ровной вертикальной поверхности	Практика
	Методы точного расчёта расстояния до препятствия.	Лекция
	Патрулирования периметра при помощи мобильного робота.	Практика
	Энкодер, одометрия, контроль скорости, прерывания.	Лекция
	Реализация подсчёта числа вращения колёсной оси в минуту (RPM) с помощью метода прерываний. Контроль RPM с помощью пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора.	Практика
	Применение ПИД-регулятора для решения задач движения по линии и следования за подвижным объектом.	Практика
Одноплатные компьютеры и основы разработки программ для них.	Чем одноплатный компьютер отличается от микроконтроллера. Знакомство с Raspberry Pi.	Лекция
	Подготовка образа операционной системы для одноплатного компьютера, её установка, настройка и удалённое управление ей по сетевому протоколу SSH.	Практика
	Установка языка программирования Python, среды разработки и библиотек. Настройка среды разработки и различные режимы работы интерпретатора.	Практика
	Технология запуска и отладки программ на одноплатном компьютере через удалённое подключение. Управление двигателем и сервоприводом беспилотного автомобиля.	Практика
Программирование взаимодействия одноплатного компьютера и периферийных датчиков.	Использование инфракрасного датчика линии вместе с одноплатным компьютером, задача следования по линии.	Практика
	Использование ультразвукового датчика дистанции вместе с одноплатным компьютером. Следование мобильного робота за подвижным объектом и движение вдоль ровной вертикальной поверхности	Практика

	Алгоритм движения мобильного робота по линии с использованием более двух инфракрасных датчиков линии.	Лекция
	Реализация энкодера на одноплатном компьютере.	Практика
Основы компьютерного зрения.	Что такое компьютерное зрение и какие задачи оно выполняет.	Лекция
	Знакомство с Google Colab. Представление изображения в памяти компьютера и базовые операции с ним.	Практика
	Знакомство с библиотекой OpenCV. Распознавание цветов на примере разбора задачи распознавание сигналов светофора беспилотным автомобилем.	Практика
	Захват видеопотока с камеры. Функции рисования.	Практика
Простые алгоритмы детектирования объектов и распознавания образов.	Методы детектирования объектов. Детектирование объектов по цветам на примере разбора задачи детектирования дорожных знаков.	Лекция
	Методы распознавания образов. Распознавание путём сравнения с эталоном на примере разбора задачи распознавания дорожных знаков.	Лекция
	Детекторы на основе гистограммы направленных градиентов и метода опорных векторов (HOG-SVM-детекторы). Устройство и принципы их работы, использование предобученных детекторов.	Практика
	Создание, обучение и использование собственного HOG-SVM-детектора.	Практика
	Практическое применение HOG-SVM-детектора на примере разбора задачи детектирования и распознавания светофоров на маршруте следования беспилотного автомобиля.	Практика
Программирование движения автономного мобильного робота на базе компьютерного зрения.	Детектирование дорожной разметки и движение беспилотного автомобиля по своей полосе дорожного полотна с соблюдением правил дорожного движения.	Лекция
	Движение беспилотного автомобиля по дорожной разметке с применением энкодера.	Практика
	Остановка беспилотного автомобиля перед стоп-линией.	Практика
	Преодоление беспилотным автомобилем перекрёстков при помощи <code>time.sleep()</code> .	Практика

2.3. Планируемые результаты первого года обучения

Предметные результаты обучения:

- Понимание базовых возможностей микроконтроллеров и их функций в окружающем мире.
- Навыки программирования в Arduino IDE.
- Понимание систем с одной обратной связью.
- Использование простейших регуляторов для управления беспилотным автомобилем.
- Понимание принципов представления изображения в памяти компьютера и работы с ним.
- Понимание операций бинаризации, поиска контуров, наложения светофильтров, изменение резкости, контрастности, яркости, свёртки, попиксельного сравнения.
- Навык реализации алгоритмов детектирования по цветам, обучения и использования SVM-детекторов.
- Навыки разработки и отладки программ для удалённого подключения к одноплатному компьютеру и передачи управляющих сигналов беспилотному автомобилю по беспроводному каналу связи.
- Умение реализовывать простейшие варианты локального позиционирования автономного мобильного робота по данным с видеокамеры.
- Навыки написания программного кода.

Метапредметные результаты обучения:

- формировать универсальные учебные действия (познавательные, регулятивные, коммуникационные), обобщенные способы информационной деятельности при использовании информационных технологий, в том числе при программировании микроконтроллеров для управления беспилотными автомобилями;
- развить познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности путем освоения и использования методов программирования простейших регуляторов для управления беспилотным автомобилем;
- приобрести опыт программирования разработки и отладки программ для передачи управляющих сигналов беспилотному автомобилю по беспроводному каналу связи в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности.

Личностные результаты обучения:

- Изменения в развитии внимательности, аккуратности и особенностей мышления инженера-программиста за счет самостоятельного решения задач по сборке и программированию автономного мобильного робота под конкретную задачу.
- Развитие способности упорядочивать знания и формировать целостную картину мира, за счёт построения большого числа связей изучаемых понятий и окружающих реалий.
- Личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий, связанных с программированием микроконтроллеров для управления беспилотными автомобилями;
- построение дальнейшей индивидуальной образовательной траектории через получение представления о перспективах развития систем управления беспилотными автомобилями;
- осознание стратегической важности для государства, общества и для своего будущего развития систем управления беспилотными автомобилями.

Воспитательный результат занятий можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, открытых состязаниях беспилотных автомобилей и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его. Формирование у ученика представления о будущем, как результате его сегодняшних действий.

Кроме того, важным результатом будет поддержание структурированности

программного кода, регулярное содержание своего рабочего места и модели беспилотного автомобиля в порядке, что само по себе не просто.

2.4. Задачи второго года обучения

Образовательные

- Ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании высокоавтоматизированных автономных мобильных робототехнических систем.
- Использование современных разработок по тематикам компьютерного зрения с глубоким обучением в автономных мобильных робототехнических системах в области образования и организация на их основе активной внеурочной деятельности учащихся.
- Реализация межпредметных связей с математикой, информатикой и физикой.
- Ознакомление учащихся с комплексом технологий искусственного интеллекта, применяемых в беспилотных автомобилях, включая методы машинного обучения и системы принятия решений.
- Решение учащимися классических задач на применение компьютерного зрения и методов машинного обучения.
- Решение учащимися классических задач программирования беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения.

Развивающие

- Развитие у школьников инженерного мышления, навыков программирования и эффективного построения самоуправляемых систем.
- Развитие внимательности, аккуратности и изобретательности.
- Развитие логического и алгоритмического мышления у учащихся.
- Развитие способности дробить задачу на этапы, выполнять и отлаживать каждый последовательно.
- Развитие мышления, ориентированного на достижение конкретного результата творческой деятельности и создание полноценных функционирующих продуктов.
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях наземных беспилотников для закрепления изучаемого материала и мотивации к дальнейшему развитию.

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к самообразованию, созданию собственных самоуправляемых автономных программных и робототехнических систем, основанных на технологиях искусственного интеллекта.
- Формирование у учащихся стремления к получению конкретного законченного результата и качественно функционирующего продукта.
- Формирование навыков проектного мышления и эффективной работы в команде, основанной на принципах взаимоусиления участников.

№	Тема	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Повторение. Основные понятия и алгоритмы.	1	–	1	
2	Программирование действий беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения	1	8	9	
3	Введение в нейронные сети и глубокое обучение	3	5	8	
4	Классификаторы на основе свёрточных нейронных сетей	2	12	14	
5	Использование готовых нейросетевых решений	1	7	8	
6	Нейросетевые детекторы	2	10	12	
7	Программирование действий беспилотного автомобиля с	2	18	20	

Дополнительная образовательная программа по направлению «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта». ООО «Академия Высоких Технологий», Москва, 2020

компьютерным зрением на основе решений нейронных сетей				
Всего:	12	60	72	

2.5. Содержание программы второго года обучения

Тема	Содержание	Форма занятий
Повторение. Основные понятия и алгоритмы.	Краткое повторение программы прошлого учебного года. Основные понятия и алгоритмы.	Лекция
Программирование действий беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения	Преодоление беспилотным автомобилем перекрёстков без использования <code>time.sleep()</code> .	Лекция Практика
	Движение беспилотного автомобиля по полигону городской среды. Глобальное позиционирование автономного мобильного робота.	Лекция Практика
	Движение беспилотного автомобиля по замкнутому полигону с перекрёстком «восьмёрка». Автоматическое преодоление перекрёстков с корректным реагированием на сигналы светофора.	Практика
Введение в нейронные сети и глубокое обучение	Обзор методов машинного обучения и их областей применимости.	Лекция
	Нейронные сети и задачи, которые они выполняют. Устройство нейронных сетей.	Лекция
	Принципы обучения нейронной сети.	Практика
	Бинарный классификатор. Полносвязная нейронная сеть.	Практика
	Разбор задачи бинарной классификации.	Практика
Классификаторы на основе свёрточных нейронных сетей	Свёрточные нейронные сети. Создание классификатора на основе свёрточной нейронной сети.	Лекция Практика
	Использование предобученных свёрточных слоёв.	Практика
	Задача бинарной классификации.	Практика
	Небинарный свёрточный классификатор.	Практика
	Разбор задачи классификации рукописных символов.	Лекция Практика
Использование готовых нейросетевых решений	Установка на компьютер TensorFlow, открытой программной библиотеки для машинного обучения. Знакомство с глубоким обучением и DNN-OpenCV.	Практика

	Обзор существующих нейронных сетей. Подбор готовых нейронных сетей исходя из потребностей решаемой задачи и их внедрение в проект.	Лекция Практика
	Распознавание чисел при помощи нейронных сетей.	Практика
Нейросетевые детекторы	Соотношение классификации и детектирования. Развитие нейросетевых алгоритмов детектирования.	Лекция
	Обучение детектора на основе нейронной сети с архитектурой YOLO.	Практика
	Применение готовых нейронных сетей для детектирования объектов на примере задачи детектирования пешеходов на пути следования беспилотного автомобиля.	Практика
	Применение готовых нейронных сетей для распознавания образов на примере проекта по созданию системы управления беспилотным автомобилем на основе жестов оператора.	Практика
Программирование действий беспилотного автомобиля с компьютерным зрением на основе решений нейронных сетей	Детектирование и подсчёт дорожных знаков вдоль маршрута следования беспилотного автомобиля.	Лекция Практика
	Детектирование, распознавание и реагирование на дорожные знаки.	Практика
	Детектирование пешеходов. Расчёт дистанции и остановка перед пешеходами.	Практика
	Детектирование светофоров на маршруте следования беспилотного автомобиля при помощи нейронных сетей. Распознавание сигналов светофоров и преодоление перекрёстков на корректный сигнал светофора.	Лекция Практика

2.6. Планируемые результаты второго года обучения

Предметные результаты обучения:

- Использование регуляторов для контроля движения беспилотника.
- Навыки отладки программ, в том числе запускаемых на удалённом устройстве.
- Понимание принципов устройства и функционирования нейронных сетей.
- Умение построить и обучить классификатор на основе нейронной сети.
- Навыки сбора, разметки и доработки датасетов для нейронных сетей.
- Знание различных алгоритмов детектирования.
- Понимание принципов детектирования.
- Умение применить готовый нейросетевой детектор.
- Умение обучить собственный нейросетевой детектор.
- Умение встраивать нейронные сети в программы управляющие движением беспилотного автомобиля.
- Навыки написания программного кода.

Метапредметные результаты обучения:

- формировать универсальные учебные действия (познавательные, регулятивные, коммуникационные), обобщенные способы информационной деятельности при использовании информационных технологий, в том числе при построении и обучении

нейронных сетей и встраивании их в программы управляющие движением беспилотного автомобиля;

- развить познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности путем освоения и использования принципов устройства и функционирования нейронных сетей;
- приобрести опыт программирования программ для управления движением беспилотного автомобиля в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности.

Личностные результаты обучения:

- Развитие внимательности, аккуратности и мышления инженера-программиста проявляется на опыте самостоятельного решения задач по программированию беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения.
- Развитие способности упорядочивать знания и формировать целостную картину мира, за счёт построения большого числа связей изучаемых понятий и окружающих реалий.
- Личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий, связанных с использованием нейросетей для программирования управления беспилотными автомобилями;
- построение дальнейшей индивидуальной образовательной траектории через получение представления о перспективах развития нейронных сетей и встраивания их в программы для управления беспилотными автомобилями;
- осознание стратегической важности для государства, общества и для своего будущего развития нейронных сетей.

Воспитательный результат занятий можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей, программ и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, открытых состязаниях беспилотных автомобилей и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его. Формирование у учащегося представления о будущем, как результате его сегодняшних действий.

Кроме того, важным результатом будет поддержание структурированности программного кода, регулярное содержание своего рабочего места и модели беспилотного автомобиля в порядке, что само по себе непросто.

4. Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта»

4.1. Формы организации занятий и деятельности детей

Основная форма занятий

Обзорный материал, не подразумевающий освоение новых навыков, преподносится учащимся в форме лекции с обсуждением. Остальные материалы преподносятся в формате мастер-классов: преподаватель излагает теорию и демонстрирует её практическое применение, а учащиеся повторяют за преподавателем на своих рабочих местах. Для закрепления полученных знаний и отработки навыков, учащиеся решают промежуточные задания. Изучение каждой темы заканчивается решением практической задачи. Это может быть сборка и программирование беспилотного автомобиля под конкретную задачу, либо написание программы для решения задачи на онлайн-платформе. Действия беспилотных

автомобилей, направленные на выполнение поставленной задачи, записываются на видео. В дальнейшем происходит разбор и всеобщее обсуждение программного кода и видео, на котором виден результат отработки данного кода. При решении задачи на онлайн-платформе, учащийся получает количественную оценку точности своего алгоритма. Это даёт возможность вести сквозной рейтинг учащихся.

Дополнительная форма занятий

Для закрепления изученного материала, мотивации к дальнейшему обучению и выявления наиболее увлечённых участников курса рекомендуется регулярное участие в состязаниях беспилотных автомобилей и организация своих собственных. Учащимся предоставляется возможность принять участие в турнирах различных уровней: от внутришкольных до международных.

4.2. Методы организации учебного процесса

Словесные методы (беседа, анализ) являются необходимой составляющей учебного процесса. Занятие начинается с постановки задачи. Учитель формулирует в общих словах, и дальше уточняет задачу с учащимися в формате сократической беседы. В процессе занятия непрерывно ведётся анализ получаемых результатов. На его основе принимаются решения об использовании более эффективных методов, усовершенствованиях конструкций и алгоритмов. Допускается и полное переформулирование исходной задачи на основе опыта, полученного в ходе учебной деятельности. Очевидно, что наиболее эффективными для учащегося являются наглядные и практические методы, в которых учитель не просто демонстрирует процесс или явление, но также и помогает учащимся добиться самостоятельного воспроизведения данных результатов. Использование такого гибкого инструмента, как модель беспилотного автомобиля на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера, позволяет быстро и эффективно решить эту задачу.

4.3. Контрольно-измерительные материалы

Результатом занятий по программе «Технологии искусственного интеллекта в задачах беспилотного транспорта» будет ознакомление учащихся с ключевыми технологиями искусственного интеллекта: компьютерным зрением, нейронными сетями и другими методами машинного обучения.

Ключевое отличие данной программы от других программ по робототехнике с компьютерным зрением в том, что учащиеся приобретают комплексную способность к самостоятельному решению задач окружающего мира и созданию проектов на основе актуальных технологий искусственного интеллекта.

Каждое занятие имеет конкретный результат: созданную программу с количественной мерой эффективности её работы или действие беспилотного автомобиля, выполняющего поставленную задачу.

Проверка проводится как визуально как путём организации массовых заездов беспилотников всех участников курса, так и путем изучения программ и внутреннего устройства алгоритмов, созданных учащимися.

Результаты каждого занятия вносятся преподавателем в рейтинговую таблицу. Основной способ итоговой проверки – учёт результатов обучения в течении всей образовательной программы.

Изменения в развитии внимательности, аккуратности и особенностей мышления инженера-программиста наглядно проявляется в самостоятельном решении задач по программированию беспилотного автомобиля на базе компьютерного зрения, а также в

создании проектов с применением технологий автоматизированного детектирования объектов и распознавания образов.

Развитие способности упорядочивать знания и формировать целостную картину мира за счёт построения большого числа связей изучаемых понятий и окружающих реалий также проявляется в ходе проектной деятельности с применением технологий искусственного интеллекта.

Способность решать алгоритмические задачи и создавать новые алгоритмы позволяют научиться выстраивать сложные параллельные процессы и управлять ими. Наиболее ярко данный результат проявляется в успешных выступлениях на всероссийских состязаниях беспилотных автомобилей: профиль «Автономные транспортные системы» Олимпиады КД НТИ, компетенция «Future Engineers» в рамках World Robot Olympiad и др.

Воспитательный результат занятий можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, хакатонах, открытых состязаниях беспилотных автомобилей и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют формирование у ученика представления о будущем, как результате его сегодняшних действий.

Важным результатом будет поддержание структурированности программного кода, регулярное содержание своего рабочего места в чистоте, а модели беспилотного автомобиля в порядке.

4.4. Формы подведения итогов реализации ДОП

- Прохождение курса сопровождается регулярным выполнением проверочных заданий. При этом тематические состязания беспилотных автомобилей также являются эффективным методом проверки усвоения информации.
- По окончании курса составляется общий рейтинг учащихся, основанный на количественной оценке эффективности создаваемых участниками курса алгоритмов. Это позволяет оценить уровень владения изучаемыми компетенциями.
- Полученные знания и навыки проверяются в ходе всероссийских и международных хакатонов, турниров по инженерии и робототехнике, соревнований по высокоуровневому программированию. Основные – это:
 - Профиль «Автономные транспортные системы» Олимпиады КД НТИ;
 - Компетенция «Future Engineers» в рамках World Robot Olympiad;
 - Кубок России по технологиям искусственного интеллекта;
 - АвтоНет 18+ в рамках PROfest;
 - Дататон Московского технологического марафона;
 - Росийско-израильский турнир Роботраффик
 - Балтийский научно-инженерный конкурс и многие др.
- Также настоятельно рекомендуется организация собственных открытых состязаний по программированию беспилотных автомобилей на базе компьютерного зрения и конкурсов проектов, основанных на технологиях искусственного интеллекта с привлечением участников из других учебных заведений.