ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Приложение № 1
к приказу ректора
АНО ВО «Центральный университет»
от «08» октября 2026 г. № 1008.16

Автономная некоммерческая организация высшего образования

«Центральный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор АНО ВО «Центральный университет»

Е.В. Ивашкевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА – ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ДЕТЕЙ «РАЗРАБОТКА РОБОТА-ДОСТАВЩИКА»

Трудоемкость обучения: 24 ак. часа

Москва

2026

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Общие положения

Настоящая дополнительная общеобразовательная программа – дополнительная общеразвивающая программа для детей «Разработка робота-доставщика» (далее – дополнительная общеразвивающая программа для детей) разработана на основании Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Минпросвещения России от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» и приказа Минобрнауки России от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

Дополнительная общеразвивающая программа для детей реализуется в Автономной некоммерческой организации высшего образования «Центральный университет» (далее – АНО ВО «Центральный университет», Центральный университет).

Разработчик программы:

- Золкин Д. В., руководитель Центра молодёжного инновационного творчества, АНО ВО «Центральный университет».

Дополнительная общеразвивающая программа для детей разработана в инициативном порядке.

Программа реализуется на русском языке.

1.2. Цель реализации программы

Дополнительная общеразвивающая программа для детей нацелена на:

— удовлетворение индивидуальных потребностей обучающихся в интеллектуальном совершенствовании;

— адаптацию обучающихся к жизни в обществе;

— профессиональную ориентацию обучающихся;

— выявление, развитие и поддержку обучающихся, проявивших выдающиеся способности;

— удовлетворение иных образовательных потребностей и интересов обучающихся, не противоречащих законодательству Российской Федерации, осуществляемых за пределами федеральных государственных образовательных стандартов и федеральных государственных требований.

Направленность программы: техническая.

Цель программы – развитие инженерного мышления и практических навыков обучающихся в области мобильной робототехники посредством командного проектирования, изготовления и последовательной модернизации автономной транспортной платформы в формате тематической игры-соревнования.

1.3. Категории обучающихся

Основными категориями обучающихся, на которых рассчитана дополнительная общеразвивающая программа для детей, являются ученики с 9 по 11 классы (15–17 лет), владеющие базовыми навыками программирования Arduino и других простых контроллеров, понимающие принципы работы электрических цепей и подключения периферийных устройств и не имеющие медицинских противопоказаний к работе с паяльным и ручным инструментом.

1.4. Критерии отбора на программу

Перед началом программы участник заполняет анкету отбора на соответствие входным требованиям (базовое программирование Arduino, понимание принципов работы электрических цепей и подключения периферийных устройств).

Элементы анкеты:

— вопросы о наличии навыков в сфере (например, умение программировать);

— вопросы о наличии опыта в сфере (например, участие в подобных образовательных программах);

— поле для добавления личных достижений (например, диплом победителя олимпиады.

Критерии отбора:

1. Программирование микроконтроллеров Arduino

Участник должен уметь писать и отлаживать код на C++ в среде Arduino IDE для типовых задач робототехники.

— знать базовые конструкции языка;

— уметь работать с портами и периферией;

— уметь управлять исполнительными устройствами;

— понимать механику работы с коммуникацией и радио;

— умение структурировать элементы проекта.

2. Электроника и схемотехника

Участник должен уметь собирать и отлаживать простые электрические цепи на базе Arduino и периферийных модулей.

— знать базовые понятия;

— уметь подключать компоненты;

— обладать навыками пайки и монтажа.

3. Механика и конструирование

Участник должен владеть навыком работы с конструкцией ровера, 3D-печатными деталями и адаптацию под разные типы движителей.

— понимание базовой механики;

— навыки работы с крепёжными узлами и материалами.

1.5. Идентификаторы достижения планируемых результатов обучения

Обучающийся, освоивший дополнительную общеразвивающую программу для детей, должен:

знать:

— классы мобильных робототехнических платформ и типы движителей (колёсный, гусеничный, шагающий), их преимущества и ограничения;

— устройство электрической цепи мобильного робота и назначение её компонентов (микроконтроллер Arduino, драйвер двигателей, радиомодуль, датчик линии, сервопривод, повышающий преобразователь);

— структуру программы для Arduino; алгоритмы следования по линии;

— правила безопасной пайки и работы с литий-ионными аккумуляторами; основы 3D-моделирования и подготовки деталей к FDM-печати;

— физические факторы проходимости и устойчивости платформы;

— регламент и систему судейства соревновательных заездов.

уметь:

— собирать, паять и отлаживать электрическую схему мобильного робота; программировать Arduino для радиоуправляемого и автономного движения;

— калибровать датчики линии и подбирать параметры регулятора;

— моделировать детали, готовить их к печати и интегрировать в конструкцию;

— переоборудовать платформу под другой тип движителя;

— проектировать испытательную трассу и подъёмный механизм;

— диагностировать отказы и дорабатывать конструкцию по итогам испытаний;

— представлять и обосновывать техническое решение.

владеть:

— приёмами пайки и монтажа электронных компонентов; средой разработки Arduino IDE;

— инструментами 3D-моделирования и подготовки моделей к печати;

— ручным слесарным и монтажным инструментом;

— методом итеративной доработки конструкции по результатам испытаний;

— навыками ведения инженерного журнала, командного взаимодействия и публичного представления инженерного решения.

1.6. Трудоёмкость программы

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 24 академических часа, включая все виды контактной работы слушателя.

1.7. Форма и сроки обучения

Обучение по программе осуществляется в очной форме.

Минимальный срок обучения на программе составляет 6 дней.

1.8. Режим занятий

Для всех занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Учебная нагрузка устанавливается не более 4 академических часов в день, включая все виды контактной работы слушателя.

2. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

2.1. Учебный план дополнительной общеразвивающей программы для детей «Разработка робота-доставщика»

Продолжительность обучения – 24 ак. часа.

Форма обучения – очная.

№ п/п	Наименование раздела	Всего, ак. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Формы аттестации и контроля знаний
			лекции	семинары (практич. занятия)	
1.	Сборка и тестирование	4	1,5	2,5	Технический зачёт
2.	Следование по линии с грузом	4	0,5	3,5	Соревновательный заезд
3.	Завалы: деревянная полоса препятствий	4	0,5	3,5	Соревновательный заезд
4.	Создание Adventure Box: песок и наклон	4	0,5	3,5	Приёмка блока Соревновательный заезд
5.	Горная местность: камни и гусеницы	4	0,5	3,5	Соревновательный заезд
6.	Финал: комбинированная трасса и подъёмник	3	0,5	2,5	Соревновательный заезд
	ВСЕГО:	**23**	**4**	**19**	
	Итоговая аттестация	**1**		**1**	Публичная защита инженерных решений
	ИТОГО:	**24**	**4**	**20**	

2.2. Учебно-тематический дополнительной общеразвивающей программы для детей «Разработка робота-доставщика»

№ п/п	Наименование раздела	Всего, ак. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Формы аттестации и контроля знаний
			лекции	семинары (практич. занятия)	
1.	**Сборка и тестирование**	**4**	**1,5**	**2,5**	**Технический зачёт**
1.1.	Введение в программу. Мобильная робототехника. Техника безопасности	0,5	0,5		
1.2.	Основы электроники и пайки	1	0,5	0,5	
1.3.	Сборка ровера и пульта управления. Базовое программирование	2,5	0,5	2	Технический зачёт (допуск)
2.	**Следование по линии с грузом**	**4**	**0,5**	**3,5**	**Соревновательный заезд**
2.1.	Датчики линии и алгоритмы автономного движения	2	0,5	1,5	
2.2.	Соревновательный заезд «Следование по линии с грузом»	2		2	Соревновательный заезд
3.	**Завалы: деревянная полоса препятствий**	**4**	**0,5**	**3,5**	**Соревновательный заезд**
3.1.	3D-моделирование и прототипирование движителей	2,5	0,5	2	
3.2.	Соревновательный заезд «Завалы»	1,5		1,5	Соревновательный заезд
4.	**Создание Adventure Box: песок и наклон**	**4**	**0,5**	**3,5**	**Приёмка блока Соревновательный заезд**
4.1.	Проектирование испытательной среды: Adventure Box	2,5	0,5	2	Приёмка блока
4.2.	Соревновательный заезд «Песок и наклон» на шагающем движителе	1,5		1,5	Соревновательный заезд
5.	**Горная местность: камни и гусеницы**	**4**	**0,5**	**3,5**	**Соревновательный заезд**
5.1.	Гусеничный движитель: физика проходимости и устойчивости	2	0,5	1,5	

5.2.	Соревновательный заезд «Горная местность»	2		2	Соревновательный заезд
6.	**Финал: комбинированная трасса и подъёмник**	**3**	**0,5**	**2,5**	**Соревновательный заезд**
6.1.	Грузоподъёмный механизм: сервопривод, рычаг, баланс	2	0,5	1,5	
6.2.	Финальный заезд по комбинированной трассе	1		1	Соревновательный заезд
	ВСЕГО:	**23**	**4**	**19**	
	Итоговая аттестация	1		1	Зачёт: публичная защита инженерных решений
	ИТОГО:	**24**	**4**	**20**	

2.3. Календарный график

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы раздела	Ак. часов	Учебные дни					
				1	2	3	4	5	6
1.	Сборка и тестирование	Введение в программу. Мобильная робототехника. Техника безопасности	0,5	0,5					
		Основы электроники и пайки	1	1					
		Сборка ровера и пульта управления. Базовое программирование	2,5	2,5					
2.	Следование по линии с грузом	Датчики линии и алгоритмы автономного движения	2		2				
		Соревновательный заезд «Следование по линии с грузом»	2		2				
3.	Завалы: деревянная полоса препятствий	3D-моделирование и прототипирование движителей	2,5			2,5			
		Соревновательный заезд «Завалы»	1,5			1,5			
4.	Создание Adventure Box: песок и наклон	Проектирование испытательной среды: Adventure Box	2,5				2,5		
		Соревновательный заезд «Песок и наклон» на шагающем движителе	1,5				1,5		
5.	Горная местность: камни и гусеницы	Гусеничный движитель: физика проходимости и устойчивости	2					2	
		Соревновательный заезд «Горная местность»	2					2	
6.	Финал: комбинированная трасса и подъёмник	Грузоподъёмный механизм: сервопривод, рычаг, баланс	2						2
		Финальный заезд по комбинированной трассе	1						1
	Итоговая аттестация	Публичная защита инженерных решений	1						1

3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА

3.1.Содержание курса

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы раздела	Содержание темы (тезисно)
1.	Сборка и тестирование	Введение в программу. Мобильная робототехника. Техника безопасности	Сюжетная рамка, регламент и система оценивания. Формирование команд, инженерные роли. Классы наземных платформ и типы движителей. Инструктаж по технике безопасности.
		Основы электроники и пайки	Электрическая цепь робота. Аккумуляторы 18650, DC-DC преобразователь. Arduino, драйвер L298N, ШИМ, радиомодуль NRF24L01. Мастер-класс по пайке. Диагностика цепи мультиметром.
		Сборка ровера и пульта управления. Базовое программирование	Компоновка платформы и центр масс. Схема подключения. Структура скетча Arduino, библиотеки радиоуправления. Сборка ровера и пульта, программирование движения, отладка.
2.	Следование по линии с грузом	Датчики линии и алгоритмы автономного движения	Оптический датчик отражения, калибровкаГеометрия расположения датчиков. Монтаж, программирование и отладка.
		Соревновательный заезд «Следование по линии с грузом»	Грузовая площадка и пять грузов. Выбор колёс и скорости. Три зачётные попытки в автономном режиме. Разбор заездов и доработка.
3.	Завалы: деревянная полоса препятствий	3D-моделирование и прототипирование движителей	Параметрическое моделирование. Проектирование под FDM-печать. Типы движителей, клиренс, протектор. Мастер-класс: модель, слайсер, печать, установка детали.
		Соревновательный заезд «Завалы»	Подбор колёс под рельеф. Управление с пульта, выбор траектории. Три зачётные попытки. Проработка шагающего движителя.
4.	Создание Adventure Box: песок и наклон	Проектирование испытательной среды: Adventure Box	Модульный блок-препятствие 280×80×80 см. Требования к безопасности и воспроизводимости. Угол откоса, трение, предельный угол подъёма. Изготовление песчаного участка и наклона 25°. Переход на шагающий движитель.

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы раздела	Содержание темы (тезисно)
		Соревновательный заезд «Песок и наклон» на шагающем движителе	Перенастройка управления. Три зачётные попытки на блоке команды-соперника. Сравнение шагающего и колёсного движителей.
5.	Горная местность: камни и гусеницы	Гусеничный движитель: физика проходимости и устойчивости	Устройство гусеничного хода. Давление на грунт, сцепление, разворот на месте. Баланс и центр масс с грузом. Переоборудование и перепрограммирование ровера.
		Соревновательный заезд «Горная местность»	Трасса с камнями и перепадами высот. Три зачётные попытки. Контроль сохранности груза. Подготовка к финалу.
6.	Финал: комбинированная трасса и подъёмник	Грузоподъёмный механизм: сервопривод, рычаг, баланс	Сервопривод: управление, момент, ограничения. Рычажные и параллелограммные схемы. Опрокидывающий момент, противовес. Плавный подъём площадки на 20 см.
		Финальный заезд по комбинированной трассе	Линия, завалы, песок, камни, наклон. Подъём груза на площадку высотой 20 см. Три зачётные попытки.
	Итоговая аттестация	Публичная защита инженерных решений	Публичная защита командой принятых инженерных решений с опорой на инженерный журнал. Подведение итогов, подсчёт суммарных баллов.

3.2. Методические указания для обучающихся по освоению курса

Курс построен как тематическая игра-соревнование. Участники выступают командой инженеров-перевозчиков, которые после глобальной катастрофы доставляют грузы между точками. На протяжении программы команда проектирует, собирает, программирует и последовательно модернизирует одну мобильную платформу (ровер), переводя её с колёсного на шагающий и гусеничный движитель. Каждый день оформлен как миссия и завершается командным зачётным испытанием.

Лекция – систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала теоретического характера: принципов работы компонентов, схем подключения, алгоритмов управления, физических основ проходимости и

устойчивости. В процессе лекций рекомендуется кратко фиксировать ключевые схемы, формулы и решения в инженерном журнале команды, отмечать непонятные вопросы и задавать их преподавателю во время практических занятий.

Семинар (практическое занятие) – форма учебной деятельности обучающегося в команде: сборка, пайка, программирование, 3D-моделирование и печать, отладка конструкции, в том числе в формате мастер-класса с демонстрацией приёмов и последующим самостоятельным выполнением. Перед началом работ обязателен инструктаж по технике безопасности; работы с паяльным оборудованием проводятся только в оборудованной зоне под наблюдением педагога.

Приёмка блока – форма учебно-контрольной деятельности команды, направленная на проверку соответствия изготовленной трассы техническим требованиям, критериям проходимости, надёжности и безопасности, а также на оценку инженерной культуры команды (качество исполнения, логика решений, способность аргументировать выбор конструктивных решений). Приёмка проводится в формате устной презентации с демонстрацией трассы для ровера.

Соревновательный заезд – командное зачётное испытание ровера на трассе. Команда выполняет три попытки, засчитывается лучший результат. Трасса считается пройденной, если ровер пересёк линию финиша в пределах контрольного времени; груз считается сохранённым, если по завершении попытки он находится на грузовой площадке. К заездам допускаются команды, прошедшие технический зачёт первого дня. После заездов проводится коллективный разбор причин отказов и потери груза.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Требования к кадровым условиям реализации программы

Реализация программы обеспечивается штатными руководящими и научно-педагогическими работниками АНО ВО «Центральный университет», а также привлечёнными внешними совместителями, работающими на основании договоров гражданско-правового характера.

Преподавание осуществляется работниками, имеющими высшее образование, соответствующее профилю курса, либо подтверждённый опыт реализации прикладных разработок, инженерных проектов и иной практической деятельности в области робототехники, электроники и прототипирования.

4.2. Требования к материально-техническим условиям реализации программы

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение курса обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;

– специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Электроника и комплектующие (на 1 команду из 4 человек):

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1.	Микроконтроллер Arduino — для ровера и пульта	шт.	2
2.	Плата драйвера двигателей (L298N или аналог)	шт.	1
3.	Радиомодуль NRF24L01 — для ровера и пульта	шт.	2
4.	Мотор-редукторы с универсальными ступицами	шт.	6
5.	Батарейный блок для аккумуляторов 18650	шт.	4
6.	Аккумуляторы 18650	шт.	4
7.	Модуль повышения напряжения (DC-DC boost)	шт.	2
8.	Датчик линии (TCRT5000 или аналог)	шт.	4–6
9.	Сервопривод	шт.	4
10.	Соединительные провода	компл.	1
11.	Джойстик аналоговый	шт.	2
12.	Кнопка тактовая	шт.	2
13.	Ноутбук с установленной средой Arduino IDE	шт.	1

3D-печатные детали (на 1 команду):

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1.	Основание платформы ровера	компл.	1
2.	Стойки, опоры, стенки, крепления для датчиков	компл.	1
3.	Детали грузоподъёмного механизма	компл.	1
4.	Детали шагающего движителя	компл.	1
5.	Корпус пульта управления	шт.	1
6.	Грузовая площадка с бортиками и магнитами	шт.	1

Материалы для Adventure Box (на 1 блок):

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1.	Каркас из конструкционного профиля 280×80×80 см	шт.	1

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
2.	Деревянные элементы для завалов	компл.	1
3.	Песок сухой просеянный	кг	по расчёту
4.	Камни искусственные или натуральные	компл.	1
5.	Наклонные поверхности (фанера, профиль, крепёж)	компл.	1

Общее оборудование, инструменты и расходные материалы (на группу):

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1.	3D-принтер (FDM) с пластиком PLA / PETG	шт.	1–2
2.	Паяльная станция с регулировкой температуры	шт.	4–5
3.	Станция дымоудаления или вытяжка	шт.	1–2
4.	Мультиметр	шт.	4–5
5.	Зарядное устройство для аккумуляторов 18650	шт.	2
6.	Припой, флюс, оплётка для демонтажа	компл.	1
7.	Цианакрилатный клей	тюбик	5–10
8.	Изолента, термоусадка, кабельные стяжки	компл.	1
9.	Крепёж: винты, гайки, шайбы, втулки	компл.	1
10.	Магниты неодимовые	компл.	1
11.	Ручной инструмент: бокорезы, отвёртки, ключи, пинцеты, плоскогубцы	компл.	4–5
12.	Грузы для перевозки (цилиндры, шары, кубы)	компл.	5 на команду
13.	Система хронометража, разметка трассы	компл.	1
14.	Флипчарт, маркеры	компл.	1
15.	Бланки инженерного журнала, судейские протоколы, канцтовары	компл.	1

4.3. Учебно-методическое обеспечение программы

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

При реализации программы используются среда разработки Arduino IDE с библиотеками для радиомодуля и сервоприводов, среда 3D-моделирования (Tinkercad, FreeCAD, КОМПАС-3D или аналог), слайсер для подготовки моделей к печати. Дидактические средства: регламент игры-соревнования и

судейские протоколы, методические карточки со схемами подключения, шаблоны программного кода, чертежи и цифровые модели базовой платформы, бланк инженерного журнала, инструкции по охране труда, презентации.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Обучающимся обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Юревич Е. И. Основы робототехники : учебное пособие / Е. И. Юревич. – 4-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2017. – 368 с.

2. Момот, М. В. Мобильные роботы на базе Arduino : практическое руководство / М. В. Момот. - 3-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 268с. - (Электроника). - ISBN 978-5-9775-1703-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2139805.

3. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В. А. Петин. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. - 560 с. - ISBN 978-5-9775-6711-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2142473.

4. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Дж. Блум ; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 544 с.

5. Монк С. Программируем Arduino: основы работы со скетчами / С. Монк ; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2017. – 208 с.

Дополнительная литература:

1. Белов А. В. Программирование ARDUINO. Создаём практические устройства / А. В. Белов. – СПб. : Наука и Техника, 2018. – 272 с.

2. Бейктал Дж. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги / Дж. Бейктал ; пер. с англ. – М. : Лаборатория знаний, 2018. – 320 с.

3. Большаков В. П. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor / В. П. Большаков, А. Л. Бочков. – СПб. : Питер, 2013. – 304 с.

4. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику : практикум для 5–6 классов / Д. Г. Копосов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 286 с.

5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер ; пер. с нем. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

Электронные ресурсы:

1. Arduino : официальный сайт. – URL: https://www.arduino.cc.

2. Arduino : справочник языка программирования. – URL: https://www.arduino.cc/reference/ru.

3. Tinkercad : онлайн-среда 3D-моделирования. – URL: https://www.tinkercad.com.

4. Ultimaker Cura : программа подготовки моделей к 3D-печати. – URL: https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura.

5. РобоФинист : официальный сайт соревнований по робототехнике. – URL: https://robofinist.ru.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Формы контроля

В процессе изучения курса в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары (практические занятия), соревновательные заезды и публичная защита инженерных решений.

Итоговая аттестация по программе осуществляется в форме **зачета**, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по курсу.

5.2. Система оценивания индивидуальных результатов обучения

Для оценивания текущего контроля успеваемости и итоговой аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой и уровнями освоения программы следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
10	Отлично	Зачтено	Высокий уровень освоения. Обучающийся знает типы движителей мобильных роботов, назначение компонентов электрической схемы ровера, структуру программы для микроконтроллера, алгоритмы следования по линии, требования к подготовке деталей для 3D-печати, физические факторы проходимости и устойчивости. Самостоятельно и качественно выполняет пайку и монтаж, подбирает параметры регулятора, самостоятельно диагностирует отказ, обосновывает и вносит изменения в конструкцию и программу. Результативно работает в команде, систематически ведёт инженерный журнал, аргументированно защищает техническое решение.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
6	Хорошо	Зачтено	Средний уровень освоения (верхняя граница). Обучающийся в основном знает содержание программы, допускает отдельные неточности. Выполняет пайку и монтаж с отдельными замечаниями, самостоятельно исправляет большую часть ошибок, вносит изменения в конструкцию и программу при консультативной поддержке. Участвует в командной работе и ведёт инженерный журнал.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Средний уровень освоения (нижняя граница). Обучающийся частично знает содержание программы. Выполняет пайку и монтаж с замечаниями, исправляет ошибки по указанию педагога, локализует неисправность при поддержке педагога. Ведёт инженерный журнал с пропусками.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Низкий уровень освоения. Обучающийся не знает типов движителей, назначения основных компонентов схемы, структуры программы для микроконтроллера и алгоритмов следования по линии. Выполняет пайку и монтаж только при постоянной помощи педагога, допускает систематические ошибки, не может самостоятельно локализовать неисправность. Эпизодически участвует в командной работе, не ведёт инженерный журнал.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Итоговая оценка по дополнительной общеразвивающей программе для детей «Разработка робота-доставщика» выставляется по результатам прохождения зачета в формате публичной защиты инженерных решений с учётом результатов текущего контроля.

5.3. Система оценивания результатов командной работы

Помимо индивидуальной оценки освоения программы, в рамках игры-соревнования ведётся командный зачёт. На каждом соревновательном этапе

команда выполняет три попытки, засчитывается лучший результат. Баллы начисляются по следующей схеме:

№ п/п	Этап	Содержание зачёта	Максимум баллов
1.	Сборка и тестирование	Технический зачёт: ровер и пульт собраны и работают. Баллы не начисляются; без прохождения этапа команда не допускается к заездам.	допуск
2.	Следование по линии с грузом	+1 балл — прохождение трассы; +1 балл — за каждый сохранённый груз (максимум 5)	6
3.	Завалы	+1 балл — прохождение трассы; +1 балл — за каждый сохранённый груз (максимум 5)	6
4.	Песок и наклон (Adventure Box команды-соперника)	+1 балл — прохождение трассы; +1 балл — за каждый сохранённый груз (максимум 5)	6
5.	Горная местность	+1 балл — прохождение трассы; +1 балл — за каждый сохранённый груз (максимум 5)	6
6.	Финал: комбинированная трасса	+1 балл — прохождение трассы; +1 балл — за каждый сохранённый груз (максимум 5); +4 балла — подъём грузовой площадки на 20 см без потери груза	10
	Суммарный максимум:		**34**

Победителем объявляется команда, набравшая наибольшую сумму баллов. При равенстве баллов преимущество отдаётся команде, показавшей лучший результат на финальном этапе. Командный результат не заменяет индивидуальную оценку освоения программы.

Командам, занявшим 1–3 места по итогам игры-соревнования, дополнительно вручаются памятные призы; команде-победителю даётся рекомендация к участию в региональных соревнованиях по робототехнике.

5.4. Критерии оценки освоения дополнительной программы для детей

Зачет проводится в форме публичной защиты инженерных решений.

Примерный перечень тематик для подготовки:

1. Классы мобильных платформ и типы движителей: сравнение колёсного, шагающего и гусеничного хода по результатам испытаний команды.

2. Электрическая схема ровера: питание, преобразователь напряжения, драйвер двигателей, радиоканал.

3. Программа управления ровером: структура скетча, обработка сигналов джойстика, используемые библиотеки.

4. Автономное следование по линии: калибровка датчиков, выбранный алгоритм и параметры регулятора.

5. 3D-моделирование и печать деталей: принятые конструктивные решения и их обоснование.

6. Физика проходимости: трение, клиренс, распределение массы, предельный угол подъёма.

7. Проектирование Adventure Box: требования к трассе и критерии приёмки

8. Гусеничный движитель: переоборудование платформы и особенности управления.

9. Грузоподъёмный механизм: схема, устойчивость платформы, плавность подъёма.

10. Анализ отказов: причины потери груза и внесённые изменения по данным инженерного журнала.

Критерии оценивания:

1. Работоспособность и надёжность конструкции в финальном заезде.

2. Обоснованность инженерных решений.

3. Понимание устройства и принципов работы компонентов.

4. Анализ отказов и итеративная доработка.

5. Полнота и качество ведения инженерного журнала.

6. Вклад в командную работу.

7. Структура, ясность и соблюдение времени выступления.

6. ВЫХОДНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную общеразвивающую программу для детей и прошедшим итоговую аттестацию, выдаётся сертификат об обучении, образец которого самостоятельно установлен образовательным учреждением.