



1	2	3	4	5
		ские рекомендации (40 работ). Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов		
1.1.2.	Цифровая лаборатория по химии (ученическая)	обеспечивает выполнение лабораторных работ по химии на уроках в основной школе и проектно-исследовательской деятельности учащихся. Комплектация: беспроводной мультидатчик по химии с тремя встроенными датчиками; датчик рН с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 рН; датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140 С; отдельные датчики: датчик оптической плотности 525 нм. Аксессуары: кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Набор лабораторной оснастки. Программное обеспечение. Методические рекомендации не менее 40 работ. Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов	шт.	96
1.1.3.	Цифровая лаборатория по биологии (ученическая)	Обеспечивает выполнение лабораторных работ на уроках по биологии в основной школе и проектно-исследовательской деятельности учащихся. Комплектация: беспроводной мультидатчик по биологии с пятью встроенными датчиками: датчик влажности с диапазоном измерения 0 – 100 процентов; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк; датчик рН с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 рН; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140С Датчик температуры окружающей среды с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +40С. Аксессуары: зарядное устройство с кабелем miniUSB, USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Цифровая видеокамера с металлическим штативом, разрешение не менее 0,3 Мпикс. Программное обеспечение. Методические рекомендации не ме-	шт.	96

1	2	3	4	5
		нее 30 работ. Упаковка русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов		
1.2.	Наименование раздела: "Компьютерное оборудование"			
1.2.1.	Многофункциональное устройство (принтер, сканер, копир) (принтер, сканер, копир)	тип устройства: многофункциональное устройство (МФУ). Цветность печати: черно-белая; технология печати: электрографическая (лазерная, светодиодная); формат печати: не менее А4. Тип сканирования: протяжный/планшетный; возможность сканирования в форматах: не менее А4. Способ подключения: LAN, Wi-Fi, USB	шт.	32
1.2.2.	Ноутбук	форм-фактор: ноутбук; размер диагонали: не менее 15.6 дюймов; разрешение экрана: Full HD, Quad HD или Ultra HD; общий объем установленной оперативной памяти: не менее 8 Гбайт; максимальный общий поддерживаемый объем оперативной памяти: не менее 16 Гбайт; объем SSD накопителя: не менее 240 Гбайт; беспроводная связь: Wi-Fi. Количество встроенных в корпус портов USB: не менее двух, из которых не менее одного должно быть USB версии не ниже 3.0. Разрешение веб-камеры, Мпиксель: не менее 0.3; Встроенный микрофон; клавиатура с раскладкой и маркировкой клавиш QWERTY/ИЦУКЕН. Поддержка стандартов беспроводной связи: 802.11a/b/g/n/ac; производительность процессора (значение показателя "CPU Mark" по тесту "Laptop & Portable CPU Perfomance" <a href="http://www.cpubenchmark.net/laptop.html">http://www.cpubenchmark.net/laptop.html</a> ): не менее 5000 единиц; наличие манипулятора мышью в комплекте: да. Установленная операционная система с графическим пользовательским интерфейсом, сведения о котором включены в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных; установленный пакет офисного программного обеспечения, совместимого с установленной операционной системой, сведения о котором включены в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных	шт.	96

1	2	3	4	5	
1.3.	Наименование раздела: "Дополнительное оборудование"				
1.3.1.	Образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов	<p>образовательный набор должен быть предназначен для изучения робототехнических технологий, основ информационных технологий и технологий промышленной автоматизации, а также технологий прототипирования и аддитивного производства. В состав набора должны входить комплектующие и устройства, обладающие конструктивной, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. 1) Комплект конструктивных элементов из металла и пластика для сборки моделей манипуляционных роботов с угловой кинематикой, плоскопараллельной кинематикой, Delta-кинематикой. 2) Интеллектуальный сервомодуль с интегрированной системой управления – не менее 7 шт. Сервомодуль должен обладать интегрированной системой управления, обеспечивающей обратную связь или контроль параметров – положение вала, скорость вращения, нагрузка привода, а также обеспечивающей возможность последовательного подключения друг с другом и управления сервомодулями по последовательному полудуплексному асинхронному интерфейсу. 3) Робототехнический контроллер, представляющий собой модульное устройство, включающее в себя одноплатный микрокомпьютер для выполнения сложных вычислительных операций, периферийный контроллер для управления внешними устройствами и плату расширения для подключения внешних устройств. Модули робототехнического контроллера должны обладать одновременной конструктивной, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. Робототехнический контроллер должен удовлетворять техническим характеристикам: кол-во ядер встроенного микрокомпьютера – не менее 4, тактовая частота ядра – не менее 1,2 ГГц, объем ОЗУ – не менее 512 Мб, наличие интерфейсов – SPI, I2C, 1-wire TTL, UART, PWM, цифровые – не менее 16 шт. и аналоговые порты – не менее 8 шт. для подключения</p>	шт.	32	

1	2	3	4	5
		<p>внешних устройств, встроенный микрофон, а также WiFi или Bluetooth для коммуникации со внешними устройствами. Робототехнический контроллер должен обеспечивать возможность программирования с помощью средств языков C/C++, Python и свободно распространяемой среды Arduino IDE, а также управления моделями робототехнических систем с помощью среды ROS. 4) Программируемый контроллер – не менее 1 шт. Программируемый контроллер должен представлять собой вычислительный модуль, обладающим цифровыми портами – не менее 8 шт. и аналоговыми портами – не менее 16 шт., интерфейсами UART, I2C, SPI, TTL, а также модулем беспроводной связи типа Bluetooth или WiFi для создания аппаратно-программных решений и "умных/смарт" – устройств для разработки решений "Интернет вещей". 5) Плата расширения программируемого контроллера – не менее 1 шт. Плата расширения должна обеспечивать возможность подключения универсального вычислительного модуля к сети посредством интерфейса Ethernet. Плата расширения должна обладать портами ввода – вывода для подключения цифровых и аналоговых устройств – не менее 40 шт., интерфейс SPI и возможностью подключения внешней карты памяти. 6) Модуль технического зрения, представляющий собой устройство на базе вычислительного микроконтроллера и интегрированной камеры, обеспечивающее распознавание простейших изображений на модуле за счет собственных вычислительных возможностей – не менее 1 шт. Модуль технического зрения должен обеспечивать возможность коммуникации с аналогичными модулями посредством шины на базе последовательного интерфейса с целью дальнейшей передачи результатов измерений группы модулей на управляющее вычислительное устройство, подключенное к данной шине. Модуль технического зрения должен обеспечивать возможность осу-</p>		

1	2	3	4	5
		<p>ществлять настройку модуля технического зрения – настройку экспозиции, баланса белого, цветоразностных составляющих, площади обнаруживаемой области изображения, округлости обнаруживаемой области изображения, положение обнаруживаемых областей относительно друг друга. Модуль технического зрения должен обеспечивать возможность настройки на одновременное обнаружение не менее 10 различных одиночных объектов в секторе обзора, либо не менее пяти составных объектов, состоящих из не менее трех различных графических примитивов. Модуль технического зрения должен обладать встроенными интерфейсами – USB, UART, 1-wire TTL, I2C, SPI для коммуникации со внешними подключаемыми устройствами.</p>		
		<p>7) В состав набора должны входить цифровые информационно-сенсорные модули, представляющие собой устройства на базе программируемого контроллера и измерительного элемента. Цифровой модуль должен обладать встроенным микроконтроллером (тактовая частота – не менее 16 МГц, шина данных – не менее 8 Кбайт), интерфейсами для подключения к внешним устройствам: цифровые и аналоговые порты, 1-wire TTL, разъем типа RJ. Цифровой модуль должен обеспечивать возможность коммуникации с аналогичными модулями посредством шины на базе последовательного интерфейса с целью дальнейшей передачи результатов измерений группы модулей на управляющее вычислительное устройство, подключенное к данной шине. В состав набора должно входить: цифровой модуль тактовой кнопки – не менее 3 шт., цифровой модуль светодиода – не менее 3 шт., цифровой модуль концевого прерывателя – не менее 3 шт., цифровой модуль датчика цвета – не менее 1 шт., цифровой модуль RGB светодиода – не менее 1 шт. 8) В состав набора должны входить элементы для сборки вакуумного захвата: вакуумная присоска – не менее 1 шт., электромагнитный клапан – не менее 1 шт., вакуумный насос – не менее</p>		

1	2	3	4	5
		<p>1 шт. 9) В состав набора должен входить учебный комплект, включающий в себя учебное пособие, набор библиотек трехмерных элементов для прототипирования моделей манипуляционных роботов, а также программное обеспечение для работы с набором. Программное обеспечение должно обеспечивать трехмерную визуализацию модели манипуляционного робота (с угловой, плоскопараллельной и дельта-кинематикой) в процессе работы, обеспечивать построение пространственной траектории движения исполнительного механизма манипуляционного робота, возможность задания последовательности точек для прохождения через них исполнительного механизма манипуляционного робота. Программное обеспечение должно функционировать, как в отдельности в виде среды моделирования, так и в режиме мониторинга в реальном времени при подключении модели манипулятора посредством робототехнического контроллера. Программное обеспечение должно обеспечивать возможность построения графиков, заданных и текущих обобщенных координат манипуляционного робота, графиков значений скоростей и ускорения, графиков расчетных значений нагрузки. Программное обеспечение должно позволять задавать последовательность передвижений манипулятора посредством набора команд в блочно-графическом интерфейсе. Учебное пособие должно содержать материалы по разработке трехмерных моделей мобильных роботов, манипуляционных роботов с различными типами кинематики (угловая кинематика, плоскопараллельная кинематика, дельта-кинематика, SCARA или рычажная кинематика, платформа Стюарта и т.п.), инструкции по проектированию роботов, инструкции и методики осуществления инженерных расчетов при проектировании (расчеты нагрузки и моментов, расчет мощности приводов, расчет параметров кинематики и т.п.), инструкции по разработке систем управления и программного обеспечения для управления роботами, инструкции и мето-</p>		

1	2	3	4	5
1.3.2.	Четырехосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками	<p>дики по разработке систем управления с элементами искусственного интеллекта и машинного обучения</p> <p>учебный робот-манипулятор предназначен для освоения обучающимися основ робототехники, для подготовки обучающихся к внедрению и последующему использованию роботов в промышленном производстве. Количество осей робота манипулятора – четыре. Перемещение инструмента в пространстве по трем осям должно управляться шаговыми двигателями. Напряжение питания шаговых двигателей не более 12 В. Серводвигатель четвертой оси должен обеспечивать поворот инструмента. Угол поворота манипулятора на основании вокруг вертикальной оси не менее 180 градусов. Для определения положения манипулятора при повороте вокруг вертикальной оси должен использоваться энкодер. Угол поворота заднего плеча манипулятора не менее 90 градусов. Угол поворота переднего плеча манипулятора не менее 100 градусов. Для определения положения заднего и переднего плеч манипулятора должен использоваться гироскоп. Угол поворота по четвертой оси не менее 180 градусов. Должна быть возможность оснащения сменными насадками (например, держатель карандаша или фломастера, присоска с серводвигателем, механическое захватное устройство с серводвигателем, устройство для лазерной гравировки или устройство для 3D-печати). Минимальная комплектация сменными насадками: пневматический захват (присоска), механический захват, насадка держатель для карандаша/маркера/ручки, насадка переходник для крепления совместимых конструктивных деталей и конструкций, насадка лазерной гравировки, насадка 3D-печати (для работы с пластиком PLA с диаметром нити 1,75 мм). Должен быть оснащен сервоприводом для пневматического и механического захватов, обеспечивающим вращение захваченного объекта во время перемещения, поворот перемещаемого объекта вокруг вертикальной оси. Для обеспечения функционирования</p>	шт.	32

1	2	3	4	5
		<p>пневматического захвата должен быть оснащен встроенной в корпус манипулятора помпой. Должна быть возможность подключения дополнительных устройств (например, транспортера, рельса для перемещения робота, пульта управления типа джойстик, камеры машинного зрения, оптического датчика, модуля беспроводного доступа). Робот-манипулятор должен обеспечивать перемещение насадки в пространстве, активацию насадки, возможность получения сигналов от камеры и датчиков, возможность управления дополнительными устройствами. Материал корпуса – алюминий. Диаметр рабочей зоны (без учета навесного инструмента и четвертой оси) не менее 350 мм. Интерфейс подключения – USB. Должен иметь возможность автономной работы и внешнего управления. Для внешнего управления должен быть предусмотрен пульт, подключаемый к роботу по Bluetooth. Управляющий контроллер должен быть совместим со средой Arduino. Управляющий контроллер совместим со средой программирования Scratch и языком программирования C. Должен обеспечивать поворот по первым трем осям в заданный угол и на заданный угол, поворот по четвертой оси на заданный угол, движение в координаты X, Y, Z, перемещение на заданное расстояние по координатам X, Y, Z, передачу данных о текущем положении углов, передачу данных о текущих координатах инструмента. Должен поддерживать перемещение в декартовых координатах и углах поворота осей, с заданной скоростью и ускорением. Типы перемещений в декартовых координатах: движение по траектории, движение по прямой между двумя точками, перепрыгивание из точки и точку (перенос объекта). Корпус должен быть в защищенном исполнении (класса не ниже IP20)</p>		
1.3.3.	Образовательный набор по механике, мехатронике	набор должен быть предназначен для проведения учебных занятий по изучению основ мехатроники и робототехники, практического применения базовых элементов электро-	шт.	32

1	2	3	4	5
	и робототех- нике	<p>ники</p> <p>и схемотехники, а также наиболее распространенной элементной базы и основных технических решений, применяемых при проектировании и прототипировании различных инженерных, кибернетических и встраиваемых систем. В состав набора должны входить комплектующие и устройства, обладающие конструктивной, электрической, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. В состав набора должен входить комплект конструктивных элементов из металла для сборки макета манипуляционного робота и комплект металлических конструктивных элементов для сборки макета мобильного робота. В состав набора должны входить привода различного типа: моторы с интегрированным или внешним датчиком положения – не менее 2 шт., сервопривод большой – не менее 4 шт., сервопривод малый – не менее 2 шт., привод с возможностью управления в шаговом режиме – не менее 2 шт. В состав набора должны входить элементы для сборки вакуумного захвата: вакуумная присоска – не менее 1 шт., электромагнитный клапан – не менее 1 шт., вакуумный насос – не менее 1 шт. В состав набора должна входить элементная база для прототипирования: плата для безопасного прототипирования, комплект проводов различного типа и длины, комплект резисторов, комплект светодиодов, семисегментный индикатор, дисплей ЖК-типа, кнопки – не менее 5 шт., потенциометры – не менее 3 шт., инфракрасный датчик – не менее 3 шт., ультразвуковой датчик – не менее 3 шт., датчик температуры – не менее 1 шт., датчик освещенности – не менее 1 шт., модуль Bluetooth – не менее 1 шт., модуль ИК-приемника – не менее 1 шт., модуль ИК-передатчика в виде кнопочного пульта управления – 1 шт., аккумулятор – не менее 1 шт., зарядное устройство – не менее 1 шт. В состав набора должен входить мультидатчик для измере-</p>		

1	2	3	4	5
		<p>ния температуры и влажности окружающей среды – не менее 1 шт. Мультидатчик должен обладать встроенным микроконтроллером (тактовая частота – не менее 16 МГц, шина данных – не менее 8 Кбайт), интерфейсами для подключения к внешним устройствам: цифровые и аналоговые порты, 1-wire TTL, разъем типа RJ. В состав набора должен входить комплект универсальных вычислительных модулей, представляющих собой базовую плату, плату расширения для сетевого взаимодействия и плату подключения силовой нагрузки. Входящие в комплект устройства должны обладать одновременной конструктивной, электрической, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. Базовая плата универсального вычислительного модуля должна представлять собой программируемый контроллер в среде Arduino IDE или аналогичных свободно распространяемых средах разработки. Базовая плата должна обладать встроенными интерфейсами для подключения цифровых и аналоговых устройств, встроенными интерфейсами USB, UART, I2C, SPI, 1-wire TTL, Bluetooth, WiFi. Плата расширения должна обеспечивать возможность подключения универсального вычислительного модуля к сети посредством интерфейса Ethernet. Плата расширения должна обладать портами ввода-вывода для подключения цифровых и аналоговых устройств, интерфейс SPI и возможностью подключения внешней карты памяти. Плата расширения для подключения силовой нагрузки должна обеспечивать возможность прямого подключения внешней силовой нагрузки, а также регулируемой нагрузки посредством PWM интерфейса. В состав набора должен входить программируемый контроллер, обеспечивающий возможность осуществлять разработку программного кода, используя инструментарий сред разработки Arduino IDE и Mongoose OS и языков программирования C/C++, JavaScript. Программируемый контроллер должен обладать портами</p>		

1	2	3	4	5
		<p>для подключения цифровых и аналоговых устройств, встроенными программируемыми кнопками и электромеханическими модулями для организации системы ручного управления, встроенными программируемыми светодиодами для индикации рабочего режима, встроенными интерфейсами USB, USART, I2C, SPI, 1-wire TTL, ISP, Ethernet, Bluetooth, WiFi. В состав набора должен входить модуль технического зрения, представляющий собой вычислительное устройство со встроенным микропроцессором (кол-во ядер – не менее 4 шт., частота ядра не менее 1,2 ГГц, объем ОЗУ – не менее 512 Мб, объем встроенной памяти – не менее 8Гб), интегрированной камерой (максимальное разрешение видеопотока, передаваемого по интерфейсу USB – не менее 2592x1944 ед.) и оптической системой. Модуль технического зрения должен обладать совместимостью с различными программируемыми контроллерами с помощью интерфейсов – 1-wire TTL, UART, I2C, SPI, Ethernet. Модуль технического зрения должен обеспечивать выполнение всех измерений и вычислений посредством собственных вычислительных возможностей встроенного микропроцессора. Модуль технического зрения должен обладать возможностью коммуникации с аналогичными модулями посредством шины на базе последовательного интерфейса с целью дальнейшей передачи результатов измерений группы модулей на управляющее вычислительное устройство, подключенное к данной шине. Модуль технического зрения должен обеспечивать настройки режимов работы – настройку экспозиции, баланса белого, цветоразностных составляющих, площади обнаруживаемой области изображения, округлости обнаруживаемой области изображения, положение обнаруживаемых областей относительно друг друга, машинное обучение параметров нейронных сетей для обнаружения объектов, форму и закодированные значения обнаруживаемых маркеров типа Aruco, размеры обнаруживаемых</p>		

1	2	3	4	5
		<p>мых окружностей, квадратов и треугольников, параметров контрастности, размеров, кривизны и положения распознаваемых линий. Набор должен обеспечивать возможность разработки модели мобильного робота, управляемой в FPV-режиме посредством программного обеспечения для персонального компьютера и мобильных устройств на базе ОС Android или IOS, обеспечивающего возможность управления мобильным роботом и встроенным манипулятором посредством графического интерфейса, включающим в себя набор кнопок и переключателей, джойстик, область для отображения видео. Набор должен обеспечивать возможность изучения основ разработки программных и аппаратных комплексов инженерных систем, решений в сфере "Интернет вещей", а также решений в области робототехники, искусственного интеллекта и машинного обучения. В состав набора должно входить пособие по изучению основ электроники и схемотехники, решений в сфере "Интернет вещей", разработки и прототипированию моделей роботов. В состав набора должно входить пособие по изучению основ разработки систем технического зрения и элементов искусственного интеллекта</p>		
1.3.4.	<p>Образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков</p>	<p>робототехнический набор предназначен для изучения основ робототехники, деталей, узлов и механизмов, необходимых для создания робототехнических устройств. Набор представляет собой комплект структурных элементов, соединительных элементов и электротехнических компонентов. Набор позволяет проводить эксперименты по предмету физика, создавать и программировать собираемые модели, из компонентов, входящих в его состав, рабочие модели мобильных и стационарных робототехнических устройств с автоматизированным управлением, в том числе на колёсном и гусеничном ходу, а также конструкций, основанных на использовании различных видов передач (в том числе червячных и зубчатых) а также рычагов. Встроенные беспроводные сетевые реше-</p>	шт.	64

1	2	3	4	5
		<p>ния (Wi-Fi и Bluetooth), возможность интеграции с бесплатным облачным ПО, обеспечивают возможность практического изучения технологий интернета вещей и основ искусственного интеллекта. Обеспечивается возможность объединения нескольких роботов, собранных из подобных наборов, в группы с сетевым взаимодействием. Предусмотрена опциональная возможность расширения дополнительными компонентами (не входящими в стандартную комплектацию), позволяющими изучать техническое зрение и промышленную робототехнику. Предусмотрена возможность работы набора с дополнительными облачными сервисами. Предусмотрены минимум два программируемых контроллера в пластиковых корпусах, позволяющих одновременно создавать два варианта роботов различного назначения, имеющих возможность работы как в потоковом режиме, так и автономно; позволяющих реализовать обучение программированию в нескольких средах разработки на различных языках (к примеру, в средах Mblock, Arduino IDE, на языках Scratch, C, Python, micro Python). Как минимум один из контроллеров имеет встроенную операционную систему, встроенные Wi-Fi и Bluetooth, порт для подключения последовательно соединяемых внешних устройств (не менее 20 одновременно подключаемых устройств). Как минимум один из контроллеров имеет возможность одновременной записи не менее восьми программ, с возможностью переключения между ними. Как минимум один из контроллеров имеет полноцветный дисплей (IPS), позволяющий выводить данные с датчиков в виде таблиц и графиков, а также создавать встроенные в контроллер видеоигры. Количество сенсоров и исполнительных устройств, встроенных в один из контроллеров, – не менее 10 шт. Общее количество элементов в наборе не менее 400 шт., в том числе подключаемые модули: – Bluetooth модуль, – двойной датчик линии, – ультразвуковой датчик расстояния, – датчик цвета, – датчик ка-</p>		

1	2	3	4	5
		<p>сания электромеханический, – IR модуль, – мотор постоянного тока с редуктором – не менее 2 шт., – сервопривод, – пульт дистанционного управления IR. Набор должен быть укомплектован аккумуляторными батареями. Программное обеспечение, используемое для программирования собираемых робототехнических моделей и устройств, должно быть доступно для бесплатного скачивания из сети Интернет и последующего использования</p>		
1.3.5.	Микроскоп цифровой	<p>тип микроскопа: биологический. Насадка микроскопа: монокулярная. Назначение: лабораторный. Метод исследования: светлое поле. Материал оптики: оптическое стекло. Увеличение микроскопа, крат: 64 – 1280. Окуляры: WF16x. Объективы: 4x, 10x, 40xs (подпружиненный). Револьверная головка: на три объектива. Тип подсветки: зеркало или светодиод. Расположение подсветки: верхняя и нижняя. Материал корпуса: металл. Предметный столик, мм: 90. Источник питания: 220 В/50 Гц. Число мегапикселей: 1</p>	шт.	64
1.3.6.	Цифровая лаборатория по экологии	<p>обеспечивает проведение учебного экологического мониторинга инструментальными методами. Набор применяется при изучении экологии, биологии, химии, географии и природоведения, а также для индивидуальных исследования и проектной деятельности школьников. Комплектация: беспроводной мультидатчик по экологическому мониторингу с восемью встроенными датчиками; датчик нитрат-ионов; датчик хлорид-ионов; датчик pH с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 pH; датчик влажности с диапазоном измерения от 0 до 100 процентов; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140 С; датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; датчик температуры окружающей среды с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +50 С. Отдельные датчики и мультидатчики: датчик звука с функцией интегрирования с</p>	шт.	32

1	2	3	4	5
		<p>диапазоном измерения частот не менее чем от 50 Гц до 8 кГц; датчик влажности почвы с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 50 процентов; датчик окиси углерода с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 1000 ppm. Мультидатчик оптической плотности и мутности со встроенными датчиками: датчик оптической плотности 470 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик оптической плотности 525 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик оптической плотности 630 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик мутности растворов с диапазоном измерения от 0 до 200 NTU. Аксессуары: кабель USB соединительный (2 шт.); зарядное устройство с кабелем miniUSB USB; адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; стержень для закрепления датчиков в штативе. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Программное обеспечение. Методические рекомендации, не менее 20 работ. Упаковка. Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов</p>		
1.3.7.	Цифровая лаборатория по физиологии (профильный уровень)	<p>обеспечивает проведение исследования по функционированию человеческого организма. Комплектация: беспроводной мультидатчик по физиологии с пятью встроенными датчиками: датчик артериального давления (от 0 до 250 мм рт. ст.); датчик пульса с диапазоном измерения не уже чем от 30 до 200 уд/мин.; датчик температуры тела с диапазоном измерения не уже чем от +25 до +40 С; датчик частоты дыхания с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 100 циклов/мин.; датчик ускорения с показателями <math>\pm 2</math> g; <math>\pm 4</math> g; <math>\pm 8</math> g. Отдельные устройства: датчик ЭКГ с диапазоном измерения не уже чем от - 300 до +300 мВ); датчик силомер с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 40 Н; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк. Аксессуары: кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB, USB; адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Программное обеспечение. Методиче-</p>	шт.	32

1	2	3	4	5	
		ские рекомендации, не менее 20 работ. Наличие русскоязычного сайта поддержки. Наличие видеороликов			
	2.	Наименование направления: "Оборудование для общеобразовательных организаций, являющихся малокомплектными"			
	2.1.	Наименование раздела: "Естественнонаучная направленность "			
	2.1.1.	Цифровая лаборатория по физике (учебная)	обеспечивает выполнение экспериментов по темам курса физики. Комплектация: беспроводной мультидатчик по физике с шестью встроенными датчиками: цифровой датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до 120 С; цифровой датчик абсолютного давления с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 500 кПа; датчик магнитного поля с диапазоном измерения не уже чем от -80 до 80 мТл; датчик напряжения с диапазонами измерения не уже чем от -2 до +2В; от -5 до +5В; от -10 до +10В; от -15 до +15В; датчик тока не уже чем от -1 до +1А; датчик акселерометр с показателями не менее чем: ±2 g; ±4 g; ±8 g. Отдельные устройства: USB осциллограф не менее 2 канала, +/-10 В. Аксессуары: кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Конструктор для проведения экспериментов. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Программное обеспечение. Методические рекомендации (40 работ). Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов	шт.	78
	2.1.2.	Цифровая лаборатория по химии (учебная)	обеспечивает выполнение лабораторных работ по химии на уроках в основной школе и проектно-исследовательской деятельности учащихся. Комплектация: беспроводной мультидатчик по химии с тремя встроенными датчиками; датчик рН с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 рН; датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140С; отдельные датчики: датчик оптической плотности 525 нм. Аксессуары: кабель USB соединительный; зарядное устройство с	шт.	78

1	2	3	4	5
		кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Набор лабораторной оснастки. Программное обеспечение. Методические рекомендации не менее 40 работ. Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов		
2.1.3.	Цифровая лаборатория по биологии (ученическая)	обеспечивает выполнение лабораторных работ на уроках по биологии в основной школе и проектно-исследовательской деятельности учащихся. Комплектация: беспроводной мультидатчик по биологии с пятью встроенными датчиками; датчик влажности с диапазоном измерения 0 – 100 процентов; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк; датчик рН с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 рН; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140С; датчик температуры окружающей среды с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +40С. Аксессуары: зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Цифровая видеокамера с металлическим штативом, разрешение не менее 0,3 Мпикс. Программное обеспечение. Методические рекомендации не менее 30 работ. Упаковка. Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов	шт.	78
2.2.	Наименование раздела: "Компьютерное оборудование"			
2.2.1.	МФУ (принтер, сканер, копир)	тип устройства: многофункциональное устройство (МФУ). Цветность печати: черно-белая; технология печати: электрографическая (лазерная, светодиодная); формат печати: не менее А4. Тип сканирования: протяжный/планшетный; возможность сканирования в форматах: не менее А4. Способ подключения: LAN, Wi-Fi, USB	шт.	39
2.2.2.	Ноутбук	форм-фактор: ноутбук; размер диагонали: не менее 15.6 дюймов; разрешение экрана: Full HD, Quad HD или Ultra HD; общий объем установленной оперативной памяти: не ме-	шт.	78

1	2	3	4	5
		<p>нее 8 Гбайт; максимальный общий поддерживаемый объем оперативной памяти: не менее 16 Гбайт; объем SSD накопителя: не менее 240 Гбайт; беспроводная связь: Wi-Fi. Количество встроенных в корпус портов USB: не менее двух, из которых не менее одного должно быть USB версии не ниже 3.0. Разрешение веб-камеры, Мпиксель: не менее 0.3; Встроенный микрофон; клавиатура с раскладкой и маркировкой клавиш QWERTY/ЙЦУКЕН. Поддержка стандартов беспроводной связи: 802.11a/b/g/n/ac; производительность процессора (значение показателя "CPU Mark" по тесту "Laptop &amp; Portable CPU Performance" <a href="http://www.cpubenchmark.net/laptop.html">http://www.cpubenchmark.net/laptop.html</a>): не менее 5000 единиц; наличие манипулятора мышь в комплекте: да. Установленная операционная система с графическим пользовательским интерфейсом, сведения о котором включены в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных; установленный пакет офисного программного обеспечения, совместимого с установленной операционной системой, сведения о котором включены в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных</p>		
	2.3.	Наименование раздела: "Дополнительное оборудование"		
	2.3.1. Четырехосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками	учебный робот-манипулятор предназначен для освоения обучающимися основ робототехники, для подготовки обучающихся к внедрению и последующему использованию роботов в промышленном производстве. Количество осей робота манипулятора – четыре. Перемещение инструмента в пространстве по трем осям должно управляться шаговыми двигателями. Напряжение питания шаговых двигателей не более 12 В. Серводвигатель четвертой оси должен обеспечивать поворот инструмента. Угол поворота манипулятора на основании вокруг вертикальной оси не менее 180 градусов. Для определения положения манипулятора при повороте вокруг верти-	шт.	39

1	2	3	4	5
		<p>кальной оси должен использоваться энкодер. Угол поворота заднего плеча манипулятора не менее 90 градусов. Угол поворота переднего плеча манипулятора не менее 100 градусов. Для определения положения заднего и переднего плеч манипулятора должен использоваться гироскоп. Угол поворота по четвертой оси не менее 180 градусов. Должна быть возможность оснащения сменными насадками (например, держатель карандаша или фломастера, присоска с серводвигателем, механическое захватное устройство с серводвигателем, устройство для лазерной гравировки или устройство для 3D-печати). Минимальная комплектация сменными насадками: пневматический захват (присоска), механический захват, насадка держатель для карандаша/маркера/ручки, насадка переходник для крепления совместимых конструктивных деталей и конструкций, насадка лазерной гравировки, насадка 3D-печати (для работы с пластиком PLA с диаметром нити 1,75 мм). Должен быть оснащен сервоприводом для пневматического и механического захватов, обеспечивающим вращение захваченного объекта во время перемещения, поворот перемещаемого объекта вокруг вертикальной оси. Для обеспечения функционирования пневматического захвата должен быть оснащен встроенной в корпус манипулятора помпой. Должна быть возможность подключения дополнительных устройств (например, транспортера, рельса для перемещения робота, пульта управления типа джойстик, камеры машинного зрения, оптического датчика, модуля беспроводного доступа). Робот-манипулятор должен обеспечивать перемещение насадки в пространстве, активацию насадки, возможность получения сигналов от камеры и датчиков, возможность управления дополнительными устройствами. Материал корпуса – алюминий. Диаметр рабочей зоны (без учета навесного инструмента и четвертой оси) не менее 350 мм. Интерфейс подключения – USB. Должен иметь возможность</p>		

1	2	3	4	5
		<p>автономной работы и внешнего управления. Для внешнего управления должен быть предусмотрен пульт, подключаемый к роботу по Bluetooth. Управляющий контроллер должен быть совместим со средой Arduino. Управляющий контроллер совместим со средой программирования Scratch и языком программирования C. Должен обеспечивать поворот по первым трем осям в заданный угол и на заданный угол, поворот по четвертой оси на заданный угол, движение в координаты X, Y, Z, перемещение на заданное расстояние по координатам X, Y, Z, передачу данных о текущем положении углов, передачу данных о текущих координатах инструмента. Должен поддерживать перемещение в декартовых координатах и углах поворота осей, с заданной скоростью и ускорением. Типы перемещений в декартовых координатах: движение по траектории, движение по прямой между двумя точками, перепрыгивание из точки и точку (перенос объекта). Корпус должен быть в защищенном исполнении (класса не ниже IP20)</p>		
2.3.2.	Образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике	<p>набор должен быть предназначен для проведения учебных занятий по изучению основ мехатроники и робототехники, практического применения базовых элементов электротехники и схемотехники, а также наиболее распространенной элементной базы и основных технических решений, применяемых при проектировании и прототипировании различных инженерных, кибернетических и встраиваемых систем. В состав набора должны входить комплектующие и устройства, обладающие конструктивной, электрической, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. В состав набора должен входить комплект конструктивных элементов из металла для сборки макета манипуляционного робота и комплект металлических конструктивных элементов для сборки макета мобильного робота. В состав набора должны входить привода различного типа: моторы с интегри-</p>	шт.	39

1	2	3	4	5
		<p>           рованным или внешним датчиком положения – не менее 2 шт., сервопривод большой – не менее 4 шт., сервопривод малый – не менее 2 шт., привод с возможностью управления в шаговом режиме – не менее 2 шт. В состав набора должны входить элементы для сборки вакуумного захвата: вакуумная присоска – не менее 1 шт., электромагнитный клапан – не менее 1 шт., вакуумный насос – не менее 1 шт. В состав набора должна входить элементная база для прототипирования: плата для безопасного прототипирования, комплект проводов различного типа и длины, комплект резисторов, комплект светодиодов, семисегментный индикатор, дисплей ЖК-типа, кнопки – не менее 5 шт., потенциометры – не менее 3 шт., инфракрасный датчик – не менее 3 шт., ультразвуковой датчик – не менее 3 шт., датчик температуры – не менее 1 шт., датчик освещенности – не менее 1 шт., модуль Bluetooth – не менее 1 шт., модуль ИК-приемника – не менее 1 шт., модуль ИК-передатчика в виде кнопочного пульта управления – 1 шт., аккумулятор – не менее 1 шт., зарядное устройство – не менее 1 шт. В состав набора должен входить мультидатчик для измерения температуры и влажности окружающей среды – не менее 1 шт. Мультидатчик должен обладать встроенным микроконтроллером (тактовая частота – не менее 16 МГц, шина данных – не менее 8 Кбайт), интерфейсами для подключения к внешним устройствам: цифровые и аналоговые порты, 1-wire TTL, разъем типа RJ. В состав набора должен входить комплект универсальных вычислительных модулей, представляющих собой базовую плату, плату расширения для сетевого взаимодействия и плату подключения силовой нагрузки. Входящие в комплект устройства должны обладать одновременной конструктивной, электрической, аппаратной и программной совместимостью друг с другом. Базовая плата универсального вычислительного модуля должна пред-         </p>		

1	2	3	4	5
		<p>ставлять собой программируемый контроллер в среде Arduino IDE или аналогичных свободно распространяемых средах разработки. Базовая плата должна обладать встроенными интерфейсами для подключения цифровых и аналоговых устройств, встроенными интерфейсами USB, UART, I2C, SPI, 1-wire TTL, Bluetooth, WiFi. Плата расширения должна обеспечивать возможность подключения универсального вычислительного модуля к сети посредством интерфейса Ethernet. Плата расширения должна обладать портами ввода-вывода для подключения цифровых и аналоговых устройств, интерфейс SPI и возможностью подключения внешней карты памяти. Плата расширения для подключения силовой нагрузки должна обеспечивать возможность прямого подключения внешней силовой нагрузки, а также регулируемой нагрузки посредством PWM интерфейса. В состав набора должен входить программируемый контроллер, обеспечивающий возможность осуществлять разработку программного кода, используя инструментарий сред разработки Arduino IDE и Mongoose OS и языков программирования C/C++, JavaScript. Программируемый контроллер должен обладать портами для подключения цифровых и аналоговых устройств, встроенными программируемыми кнопками и электромеханическими модулями для организации системы ручного управления, встроенными программируемыми светодиодами для индикации рабочего режима, встроенными интерфейсами USB, UART, I2C, SPI, 1-wire TTL, ISP, Ethernet, Bluetooth, WiFi. В состав набора должен входить модуль технического зрения, представляющий собой вычислительное устройство со встроенным микропроцессором (кол-во ядер – не менее 4 шт., частота ядра не менее 1,2 ГГц, объем ОЗУ – не менее 512 Мб, объем встроенной памяти – не менее 8Гб), интегрированной камерой (максимальное разрешение видеопотока, передаваемого по интерфейсу USB – не менее 2592x1944 ед.) и оптической си-</p>		

1	2	3	4	5
		<p>стемой. Модуль технического зрения должен обладать совместимостью с различными программируемыми контроллерами с помощью интерфейсов – 1-wire TTL, UART, I2C, SPI, Ethernet. Модуль технического зрения должен обеспечивать выполнение всех измерений и вычислений посредством собственных вычислительных возможностей встроенного микропроцессора. Модуль технического зрения должен обладать возможностью коммуникации с аналогичными модулями посредством шины на базе последовательного интерфейса с целью дальнейшей передачи результатов измерений группы модулей на управляющее вычислительное устройство, подключенное к данной шине. Модуль технического зрения должен обеспечивать настройки режимов работы – настройку экспозиции, баланса белого, цветоразностных составляющих, площади обнаруживаемой области изображения, округлости обнаруживаемой области изображения, положение обнаруживаемых областей относительно друг друга, машинное обучение параметров нейронных сетей для обнаружения объектов, форму и закодированные значения обнаруживаемых маркеров типа Aruco, размеры обнаруживаемых окружностей, квадратов и треугольников, параметров контрастности, размеров, кривизны и положения распознаваемых линий. Набор должен обеспечивать возможность разработки модели мобильного робота, управляемой в FPV-режиме посредством программного обеспечения для персонального компьютера и мобильных устройств на базе ОС Android или IOS, обеспечивающего возможность управления мобильным роботом и встроенным манипулятором посредством графического интерфейса, включающим в себя набор кнопок и переключателей, джойстик, область для отображения видео. Набор должен обеспечивать возможность изучения основ разработки программных и аппаратных комплексов инженерных систем, решений в сфере "Интернет вещей", а также</p>		

1	2	3	4	5
		<p>решений в области робототехники, искусственного интеллекта и машинного обучения. В состав набора должно входить пособие по изучению основ электроники и схемотехники, решений в сфере "Интернет вещей", разработки и прототипированию моделей роботов. В состав набора должно входить пособие по изучению основ разработки систем технического зрения и элементов искусственного интеллекта</p>		
2.3.3.	<p>Образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков</p>	<p>робототехнический набор предназначен для изучения основ робототехники, деталей, узлов и механизмов, необходимых для создания робототехнических устройств. Набор представляет собой комплект структурных элементов, соединительных элементов и электротехнических компонентов. Набор позволяет проводить эксперименты по предмету физика, создавать и программировать собираемые модели, из компонентов, входящих в его состав, рабочие модели мобильных и стационарных робототехнических устройств с автоматизированным управлением, в том числе на колёсном и гусеничном ходу, а также конструкций, основанных на использовании различных видов передач (в том числе червячных и зубчатых) а также рычагов. Встроенные беспроводные сетевые решения (Wi-Fi и Bluetooth), возможность интеграции с бесплатным облачным ПО, обеспечивают возможность практического изучения технологий интернета вещей и основ искусственного интеллекта. Обеспечивается возможность объединения нескольких роботов, собранных из подобных наборов, в группы с сетевым взаимодействием. Предусмотрена опциональная возможность расширения дополнительными компонентами (не входящими в стандартную комплектацию), позволяющими изучать техническое зрение и промышленную робототехнику. Предусмотрена возможность работы набора с дополнительными облачными сервисами. Предусмотрены минимум два программируемых контроллера в пластиковых корпусах, позволяющих одновременно создавать 2 варианта роботов различного назначения, имеющих возможность работы</p>	шт.	78

1	2	3	4	5
		<p>как в потоковом режиме, так и автономно; позволяющих реализовать обучение программированию в нескольких средах разработки на различных языках (к примеру, в средах Mblock, Arduino IDE, на языках Scratch, C, Python, micro Python). Как минимум один из контроллеров имеет встроенную операционную систему, встроенные Wi-Fi и Bluetooth, порт для подключения последовательно соединяемых внешних устройств (не менее 20 одновременно подключаемых устройств). Как минимум один из контроллеров имеет возможность одновременной записи не менее восьми программ, с возможностью переключения между ними. Как минимум один из контроллеров имеет полноцветный дисплей (IPS), позволяющий выводить данные с датчиков в виде таблиц и графиков, а также создавать встроенные в контроллер видеоигры. Количество сенсоров и исполнительных устройств, встроенных в один из контроллеров, – не менее 10 шт. Общее количество элементов в наборе не менее 400 шт., в том числе подключаемые модули: – Bluetooth модуль, – двойной датчик линии, – ультразвуковой датчик расстояния, – датчик цвета, – датчик касания электромеханический, – IR модуль, – мотор постоянного тока с редуктором – не менее 2 шт., – сервопривод, – пульт дистанционного управления IR. Набор должен быть укомплектован аккумуляторными батареями. Программное обеспечение, используемое для программирования собираемых робототехнических моделей и устройств, должно быть доступно для бесплатного скачивания из сети Интернет и последующего использования</p>		
2.3.4.	Микроскоп цифровой	<p>тип микроскопа: биологический. Насадка микроскопа: монокулярная. Назначение: лабораторный. Метод исследования: светлое поле. Материал оптики: оптическое стекло. Увеличение микроскопа, крат: 64 – 1280. Окуляры: WF16x. Объективы: 4x, 10x, 40xs (подпружиненный). Револьверная головка: на три объектива. Тип подсветки: зеркало или светодиод. Расположение подсветки: верхняя и нижняя. Материал корпуса: металл. Предметный столик, мм: 90. Источник питания:</p>	шт.	78

1	2	3	4	5
2.3.5.	Цифровая лаборатория по экологии	<p>220 В/50 Гц. Число мегапикселей: 1</p> <p>обеспечивает проведение учебного экологического мониторинга инструментальными методами. Набор применяется при изучении экологии, биологии, химии, географии и природоведения, а также для индивидуальных исследований и проектной деятельности школьников. Комплектация: беспроводной мультидатчик по экологическому мониторингу с восемью встроенными датчиками; датчик нитрат-ионов; датчик хлорид-ионов; датчик pH с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 pH; датчик влажности с диапазоном измерения от 0 до 100 процентов; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк; датчик температуры с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +140 С; датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; датчик температуры окружающей среды с диапазоном измерения не уже чем от -20 до +50 С. Отдельные датчики и мультидатчики: датчик звука с функцией интегрирования с диапазоном измерения частот не менее чем от 50 Гц до 8 кГц; датчик влажности почвы с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 50 процентов; датчик окиси углерода с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 1000 ppm. Мультидатчик оптической плотности и мутности со встроенными датчиками: датчик оптической плотности 470 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик оптической плотности 525 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик оптической плотности 630 нм с диапазоном измерения от 0 до 2 D; датчик мутности растворов с диапазоном измерения от 0 до 200 NTU. Аксессуары: кабель USB соединительный (2 шт.); зарядное устройство с кабелем miniUSB USB; адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; стержень для закрепления датчиков в штативе. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Программное обеспечение. Методические рекомендации, не менее 20 работ. Упаковка. Наличие русскоязычного сайта поддержки, наличие видеороликов</p>	шт.	39

1	2	3	4	5
2.3.6.	Цифровая лаборатория по физиологии (профильный уровень)	обеспечивает проведение исследования по функционированию человеческого организма. Комплектация: беспроводной мультидатчик по физиологии с пятью встроенными датчиками: датчик артериального давления (0...250 мм рт. ст.); датчик пульса с диапазоном измерения не уже чем от 30 до 200 уд/мин.; датчик температуры тела с диапазоном измерения не уже чем от +25 до +40 С; датчик частоты дыхания с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 100 циклов/мин.; датчик ускорения с показателями $\pm 2$ g; $\pm 4$ g; $\pm 8$ g. Отдельные устройства: датчик ЭКГ с диапазоном измерения не уже чем от -300 до +300 мВ); датчик силомер с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 40 Н; датчик освещенности с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 180000 лк. Аксессуары: кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB, USB; адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy. Краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории. Программное обеспечение. Методические рекомендации, не менее 20 работ. Наличие русскоязычного сайта поддержки. Наличие видеороликов	шт.	39

Заместитель министра –  
начальник управления  
общего образования  
таржук

Е.В. Ма-