

Министерство образования и науки Пермского края



государственное учреждение
дополнительного образования
«Пермский краевой центр «Муравейник»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГУ ДО «Пермский
краевой центр «Муравейник»

Н.А. Пронина

15 сентября 2023 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Первые шаги в электронику»

Направленность – *техническая*

Уровень освоения – *базовый*

Возрастной состав обучающихся – *10-11 лет*

Срок реализации – *1 год (среднесрочный)*

Форма обучения – *очная*

Применение ДОТ – *частично*

РАССМОТРЕНО и ПРИНЯТО

Педагогическим советом

протокол от 14.09.2023 № 1

Пермь, 2023 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Первые шаги в электронику»:

- реализуется на базе ГУ ДО «Пермский краевой центр «Муравейник» с 2021 года;
- рекомендована к реализации Экспертным советом по проведению экспертизы дополнительных общеразвивающих программ, заключение от 12.09.2023 №1;
- одобрена Методическим советом, протокол от 13.09.2023 №2.

В разработке дополнительной общеразвивающей программы принял участие: Савчук Алексей Михайлович, педагог дополнительного образования.

Содержание

1 Комплекс основных характеристик программы	4
1.1 Нормативные правовые основания разработки программы	4
1.2 Направленность (профиль) программы	4
1.3 Актуальность программы, новизна	4
1.4 Педагогическая целесообразность, практическая и социальная значимости	5
1.5 Адресат программы.	5
1.6 Объем и сроки освоения программы	5
1.7 Режим занятий, периодичность и продолжительность	5
1.8 Цель и задачи программы	5
1.9 Планируемые результаты	6
1.10 Особенности организации образовательного процесса	6
1.11 Документ, выдаваемый по результатам освоения программы	6
2 Комплекс организационно-педагогических условий	6
2.1 Учебный план	6
2.2 Содержание разделов/модулей	8
2.3 Формы аттестации	8
2.4 Оценочные материалы	8
2.5 Методические материалы	9
2.6 Рабочая программа воспитания	9
3 Условия реализации программы	9
3.1 Кадровое обеспечение	9
3.2 Материально-техническое обеспечение	10
3.3 Информационное обеспечение	10
3.4 Список информационных источников	11
Приложение 1. Календарный учебный график	12
Приложение 2. Календарный план воспитательной работы	13
Приложение 3. Информационное обеспечение	13
Приложение 4. Контрольно-оценочные средства	14

1 Комплекс основных характеристик программы

1.1 Нормативные правовые основания разработки программы

Нормативную правовую основу разработки дополнительной общеразвивающей программы составляют:

- Федеральный Закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в актуальной редакции;
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 г. № 996-р.;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 22.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 30.12.2022 № АБ-3924/06 «О направлении методических рекомендаций «Создание современного инклюзивного образовательного пространства для детей с ограниченными возможностями здоровья и детей-инвалидов на базе образовательных организаций, реализующих дополнительные общеобразовательные программы в субъектах Российской Федерации»;
- Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. № 09-3242 «О направлении методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы);
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Дополнительная общеразвивающая программа разработана с учетом требований ФГОС начального общего образования, ФГОС общего образования, ФГОС среднего общего образования.

1.2 Направленность (профиль) программы

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Первые шаги в электронику» – техническая, носит развивающий характер.

1.3 Актуальность программы, новизна

Электроника – новая область знаний для обучающихся 10-11 лет. Знания по электронике актуальны для подрастающего поколения, поскольку в современном мире дети активно пользуются бытовыми, игровыми электронными устройствами, средствами связи. У них возникают вопросы: Как они устроены? Как их настроить или отремонтировать? Как выбрать необходимые электронные устройства? и др. Ответы на эти вопросы поможет найти программа «Первые шаги в электронику». Важно отметить, что данная программа направлена на развитие аналитического мышления, формирование практических навыков чтения принципиальных электронных схем и их сборки на конструкторе, формирование учебно-исследовательских навыков, навыком работы в малых группах сотрудничества и в команде. Освоение программы «Первые шаги в электронику» способствует формированию вектора для дальнейшего развития в технической направленности.

1.4 Педагогическая целесообразность, практическая и социальная значимости

Программа «Первые шаги в электронику» педагогически целесообразна, поскольку

соответствует психолого-педагогическим характеристикам для целевой группы обучающихся, носит практико-ориентированный характер, способствует углублению и расширению технических знаний, формированию познавательного интереса обучающихся к электронике, развитию мелкой моторики, творческих способностей, коммуникативных навыков. В ходе образовательного процесса обучающиеся включаются в различные формы коммуникативной деятельности, такие, как работа в группе, представление полученных результатов, участие в дискуссиях.

1.5 Адресат программы

Программа рассчитана на обучающихся в возрасте 10-11 лет интересующихся современной электронной техникой и робототехникой, новыми техническими достижениями, развитием в себе качеств, присущих творческой личности. Набор на программу общедоступный. Количество обучающихся в группе: до 12 человек.

1.6 Объем и сроки освоения программы

Объем программы - 136 часов. Срок реализации - 1 год.

1.7 Режим занятий, периодичность и продолжительность

Режим занятий – 2 раза в неделю. Продолжительность занятия – 2 академических часа (по 45 минут) с перерывом 10 минут между каждым. Недельная учебная нагрузка – 4 часа.0

1.8 Цель и задачи программы

Цель программы - формирование устойчивых интересов детей к техническому творчеству через освоение теоретических знаний и практических навыков в области электроники, содействие их творческому и интеллектуальному развитию.

Задачи программы:

- *Обучающие:*
 - Обеспечить знания терминов и понятий, законов и формул, величин и единиц измерения по электронике.
 - Научить чтению и самостоятельному созданию принципиальных схем на конструкторе и в программах-эмуляторах электронных схем.
 - Научить правильной работе с электронными измерительными приборами,
 - Научить правильно оформлять отчеты о проделанной лабораторно-практической работе.
- *Развивающие:*
 - Развивать интерес к электронике как к науке и к деятельности, связанной с ней.
 - Расширять кругозор обучающихся в различных смежных технических областях: физики, технологии.
 - Развивать логическое, алгоритмическое, абстрактное, комбинаторное мышление, умение обобщать и делать выводы.
 - Формировать коммуникативные умения: докладывать о результатах проделанной работы, участвовать в дискуссии, работать в сотрудничестве.
- *Воспитательные:*
 - Воспитывать интерес к электронике;
 - Расширять коммуникативные способности детей;
 - Формировать культуру совместного труда, внимательность, терпение, умение доводить работу до конца.

1.9 Планируемые результаты

Ожидаемый результат освоения программы:

В результате освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Первые шаги в электронику» обучающийся должен:

знать/понимать:

- смысл понятий: электроника, автоматика, электризация, заряд, кулон, протон, электрон, нейтрон, электрический ток, сила тока, потенциал, напряжение, вольт, сопротивление, ом, закон Ома, резистор, прямая и обратная пропорциональности, последовательная и параллельная цепи, ветвь, узел, контур, конденсатор, ёмкость, диод, светодиод, тиристор, транзистор, реле, трансформатор, каскад, усилитель, индуктивность;

уметь:

- Читать, понимать и самостоятельно разрабатывать принципиальные электронные схемы.
- Собирать электронные схемы с помощью конструктора, объяснять их работу.
- Работать с мультиметром в режимах измерения напряжения, силы тока и сопротивления.
- Решать коллективные трудовые задачи.

1.10 Особенности организации образовательного процесса

Формы реализации программы: очная, учебные занятия проводятся в лаборатории Центра; возможно применение *дистанционных образовательных технологий (при необходимости)*.

Методы обучения: лекция, беседа, презентации, аналитические и синтетические методы, репродуктивные методы, исследовательские методы, фронтальный и индивидуальный опрос, лабораторная работа.

Формы организации деятельности детей в образовательном процессе: занятие получения новых знаний, лабораторное занятие, эксперимент, интеллектуальная игра.

Образовательные технологии: информационно-коммуникационная технология, технология развивающего обучения, игровые технологии.

1.11 Документ, выдаваемый по результатам освоения программы

Лицам, успешно освоившим дополнительную общеразвивающую программу в полном объеме и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ об обучении, установленного образца: Свидетельство об обучении.

2 Комплекс организационно-педагогических условий

2.1 Учебный план

Наименование раздела	Всего, час.	в т.ч.		Форма контроля
		Теория	Практика	
Электрический ток.	24	8	16	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Элементы электронных схем.	24	8	16	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Электрическая цепь.	40	20	20	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Электронные устройства.	30	10	20	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Логика.	12	3	9	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Источники альтернативной энергии.	6	2	4	Фронтальный опрос, зачёт, игра
Итого	136			

Календарный учебный график представлен в приложении 1.

2.2 Содержание разделов/модулей

Электрический ток.

Понятия об электрическом токе и электромагнитном поле. Количество электричества,

кулон. Понятие о силе тока, ампер. Потенциал. Разность потенциалов. Напряжение, вольт. Амперметр и вольтметр. Понятие проводимости и сопротивления, сименс и ом. Понятие ёмкости. Конденсатор. Повторение ранее изученного материала. Работа и мощность. Единицы измерения величин. Перевод величин из меньшей в большую и наоборот. Понятие о радиоволнах. Радиопередатчик и радиоприёмник. Модуляция и демодуляция сигнала. История возникновения радио.

Практикум:

Лабораторная работа №1 «Измерение силы тока с использованием нескольких амперметров. Поверка амперметра».

Лабораторная работа №2 «Измерение напряжения гальванических элементов и батарей. Поверка вольтметра».

Сборка схем с использованием ламп накаливания, ключа, кнопки, электродвигателя.

Тест по теме «Электрический ток».

Элементы электронных схем.

Источники тока. Определение, свойства, виды, устройство, графическое обозначение на схеме элементов питания (гальванических элементов и аккумуляторов), батарей из них, лампы накаливания, кнопки, выключателя. Источники тока. Геркон, электродвигатель. Резистор. Виды резисторов: постоянного сопротивления, переменный резистор, фоторезистор, сенсорная пластина. Катушка индуктивности. Электромагнит. Гальванометр. Построение вольтметра и амперметра на базе гальванометра. Громкоговорители: электродинамический и пьезоэлектрический излучатели. Микрофон. Конденсатор. Диод. P-N переход. Проверка диода. Падение напряжения на диоде. Расчёт балластного сопротивления для подключения светодиода. Тиристор, понятие лавинной проводимости. Микросхемы. Семисегментный светодиодный индикатор (58) и светодиодные матрицы. Схемы управления семисегментом и матрицей. Динамическая индикация. Драйверы управления для светодиодных сборок и матриц.

Практикум:

Лабораторная работа №3 «Резистор. Измерение сопротивления элементов».

Лабораторная работа №4 «Диод. Измерение сопротивления и напряжения диодов».

Лабораторная работа №5 «Потенциометр и реостат. Измерение силы тока и напряжения в цепи с помощью потенциометра».

Лабораторная работа №6 «Транзистор. Управление током с помощью транзистора».

Сборка схем с использованием резисторов, потенциометров, диодов и светодиодов.

Тест по теме «Элементы электронных схем».

Электрическая цепь.

Последовательное, параллельное и смешанное соединения. Схема и свойства соединений. Формулы для расчёта напряжения, силы тока и сопротивления в цепях. Сборка последовательной цепи, измерение сопротивления и напряжения на элементах. Сборка параллельной цепи, измерение сопротивления и напряжения на элементах. Закон Ома для участка и всей цепи. Формулы для расчёта напряжения, силы тока и сопротивления. Сборка цепи с потребителем тока. Расчёт сопротивления (или силы тока) косвенным методом. Правила расчёта ёмкости в последовательной и параллельной электрической цепи, формулы для нахождения общей ёмкости. Сборка параллельной и последовательной цепи из конденсаторов. Решение задач на расчёт напряжения, силы тока, мощности и работы (энергии).

Практикум:

Лабораторная работа №7 «Последовательная цепь. Измерение сопротивления и напряжения элементов.»

Лабораторная работа №8 «Параллельная цепь. Измерение сопротивления и силы тока элементов».

Лабораторная работа №9 «Смешанная цепь. Расчёт общего сопротивления».

Тест по теме «Электрическая цепь».

Электронные устройства.

Регулировка яркости лампочек с помощью транзистора. Построение каскада из двух транзисторов. Сборка простых схем с транзистора и потребителей (электродвигатель, лампа наливания). Сборка сложных схем (автоматического выключателя света, авторегулятора оборотов) с использованием транзистора и датчиков (сенсорная панель, фоторезистор, микрофон и др.). Электронные устройства. Сборка сложных схем с использованием транзистора и электродинамической головки (усилитель звука, генератор НЧ-сигнала и др.). Свободная сборка схем из книги «Играем и учимся» с использованием микросхем. Сборка радиоприёмника СВ-диапазона и радиоприёмника FM-диапазона. Сборка схемы управления светодиодным индикатором с регулировкой яркости. Световые устройства. Сборка схем «разноцветные огни», «бочонок с электричеством», «телеграф» и «диммер». Световые устройства, сборка схем «кодовый замок», «маяк», «стробоскоп», «ж/д переезд». Звуковые устройства, сборка схем «клаксон», «терменвокс», «сигнализация», «почти рояль. Полезные устройства для быта, сборка схем «таймер», «выключатель для коридора». Игровые устройства, сборка схемы «охота утку».

Практикум:

Сборка электронных устройств с использованием транзисторов, аналоговых и цифровых микросхем, датчиков.

Логика.

Виды электрического сигнала: аналоговый и цифровой. Истина и ложь. Операторы «И», «ИЛИ», «НЕ». Входы и выходы логических элементов. Таблица истинности. Решение логических задач с применением одного, двух и более условий. Сборка схем с логическим элементом «ИЛИ» и «И». Сборка схем с логическим элементом «НЕ-ИЛИ» и «НЕ-И». Понятие микроконтроллера. Возможности и применение микроконтроллера в системах автоматики.

Практикум:

Сборка электронных схем на логических элементах.

Решение логических задач.

Тест по теме «Логика».

Источники альтернативной энергии.

Источники альтернативной энергии. Значимость их в современном мире, целесообразность использования в быту и на производстве с точки зрения экологичности и эффективности. Свободная сборка любых схем набора «Знаток. Альтернативная энергия».

Практикум:

Лабораторная работа №10. «Измерение мощности элементов альтернативной энергии: динамомашины, солнечной батареи, ветрогенератора».

Сборка электронных схем с использованием динамомашины, солнечной батареи, ветрогенератора.

2.3 Формы аттестации

По окончании каждого занятия проводится фронтальный опрос. По завершению изучения каждой темы у обучающегося принимается устный зачёт. По окончании изучения тематического раздела производится тестирование.

2.4 Оценочные материалы

Примерные вопросы фронтального опроса (зачёта) и тестов представлены в приложении 4. При тестировании список вопросов и задач зависит от сложности прошедшего материала. Отведённое время на проведения тестирования – 10-15 минут.

2.5 Методические материалы

В качестве методических материалов используется:

- книги (см. список инф. источников), содержащие инструкции по сборке схем.
- дидактические материалы – листы с лабораторными работами и описанием хода работы для её выполнения.
- графические схемы с условными обозначениями элементов

2.6 Рабочая программа воспитания

Цель воспитательного процесса - личностное развитие обучающихся на основе духовно-нравственных и базовых общественных ценностей российского общества, приоритетов социально-экономического развития Пермского края.

Особенности организуемого воспитательного процесса:

Направления воспитательной работы:

1. Духовно-нравственное воспитание.
2. Популяризация научных знаний.
3. Физическое воспитание и формирование культуры здоровья.
4. Трудовое воспитание и профессиональное самоопределение.

Особенности организуемого воспитательного процесса: образовательный процесс создает условия для вовлечения детей в практику технического творчества, развития культуры общения, лидерских качеств, формирования у обучающихся навыков, связанных с эмоциональным, физическим и интеллектуальным, духовным развитием человека.

Формы и содержание деятельности: беседа (неформальная беседа, формальная беседа, фронтальная беседа (встреча с интересным человеком), интеллектуальная игра, участие в конкурсных мероприятиях, участие в коллективных делах творческого объединения, отдела, учреждения, консультации специалистов.

Планируемые результаты и формы их проявления: проявление обучающимися потребности в творчестве;

- проявление у обучающихся нравственных, эстетических личностных качеств: трудолюбия, ответственности, терпения, культуры поведения и общения;

- умения выстраивать межличностные отношения на основе дружбы, доверия, взаимопомощи.

Формы проявления планируемых результатов отслеживаются в динамике методом педагогического наблюдения.

Календарный план воспитательной работы представлен в приложении 2.

3 Условия реализации программы

3.1 Кадровое обеспечение

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

3.2 Материально-техническое обеспечение

Занятия по программе «Первые шаги в электронику» проводятся в учебном кабинете Центра или школы. Для проведения учебных занятий используются технические средства обучения: персональный компьютер, мультимедиа-проектор, меловая или интерактивная доска. Для проведения практических и лабораторных работ используются конструкторы «Знаторк»® и цифровые мультиметры типа DT-832 и DT-838 (с функцией прозвонки). Для организации одного рабочего места с конструктором требуется площадь рабочего пространства не менее 1м² (для хранения деталей и сборки схемы). Для хранения конструктора используется стеллаж или шкаф с шириной полки не менее 40 см. Для обеспечения работоспособности одного конструктора и всех его схем необходимы 4 гальванических элемента формата «AA» (они же

«R6», или «пальчиковые батарейки») с напряжением от 1,2 до 1,5 вольт. При демонстрации опытов или при проведении экспериментов могут быть использованы янтарь и шерсть либо эбонит и шёлк, лабораторный источник питания, генератор сигналов, осциллограф, нихромовая нить, стрелочный гальванометр, крупный резистор, реостат или воздушный конденсатор.

Необходимые материалы: В учебный комплект на каждого обучающегося входит тетрадь не менее 48 листов в клетку, ручка, карандаш, линейка до 15 см, текстовыделитель или яркая цветная ручка.

3.3 Информационное обеспечение

– Группа в социальной сети ВКонтакте «Пермский краевой центр «Муравейник» <https://vk.com/muraveynikperm>.

– Группа в социальной сети ВКонтакте «Электроника и Автоматика» <https://vk.com/radioants>.

– Сайт ГУ ДО «Пермский краевой центр «Муравейник» <https://muraveynik59.ru>.

– ЭПОС. Дополнительное образование Пермского края dop.permkrai.ru.

– Учебные презентации (см. приложение 3), которые содержат определения, схематические и реальные изображения элементов, анимация протекания токов в цепи и демонстрируются по время лекционных занятий.

Тестирование может производиться письменно или с помощью онлайн сервисов на усмотрение педагога. Игровые формы контроля знаний могут проводиться только при положительной динамике усвоения пройденного материала.

При необходимости организации дистанционного обучения используются программы-эмуляторы электронных схем «Начала Электроники», «Circuit Simulator»; онлайн-сервис по построению электрических цепей «TinkerCad».

3.4 Список информационных источников

1. Бахметьев А.А. Электронный конструктор «Знаток»™ Книга 1, Практические занятия по физике, Москва, 2004 г, 70 с.

2. Бахметьев А.А. Электронный конструктор «Знаток»™ Книга 2, дополнительные занятия, Москва, 2004 г, 98 с.

3. Коротков К., Басалаев В. «Микроник», буклет «20 экспериментов».

4. Фокин В.П. «Основы радиоэлектроники: образовательная программа дополнительного образования детей и лабораторные работы. / под ред. Л.А. Косолаповой, С. Сулеймановой. – Пермь, 2008. – 205 с.».

5. Фокин В.П. «Основы радиоэлектроники: Практика на конструкторе знаток».

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала учебного года	Дата окончания учебного года	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий	Сроки проведения аттестации		
							промежуточная		итоговая (по окончании срока реализации программы)
							1 полугодие	2 полугодие	
1	15.09	31.05	34	68	136	2 раза в неделю по 2 часа	10-20 декабря	20-30 апреля	май

Календарный план воспитательной работы (мероприятий/событий) в дополнительной общеразвивающей программе «Первые шаги в электронику» на 2023 -2024 уч. г.

№ п/п	Наименование мероприятия/события	Уровень	Форма проведения	Цель	Сроки проведения	Планируемый результат
1	Подведение итогов календарного года.	объединение	Беседа. Чаепитие. Киберспортивное соревнование	Содействие формированию культуры общения, сплочению коллектива	28.12.2022 -30.12.2022	Поддержание традиций объединения, достижение текущих целей
2	Подведение итогов учебного года.	объединение	Беседа. Чаепитие. Киберспортивное соревнование	Содействие формированию культуры общения, сплочению коллектива	28.05.2023 -31.05.2023	Поддержание традиций объединения, достижение текущих целей
3	Участие в конкурсных мероприятиях Центра	Центр	Конкурс, олимпиада,	Содействие личностному развитию обучающихся, формированию персональных портфолио	В течение учебного года	Содействие повышению имиджа объединения Центра. Повышение активности и результативности участия обучающихся в конкурсных мероприятиях
4	Летняя отработка	объединение	Участие в коллективных делах творческого объединения	Содействие формированию культуры труда, сплочению коллектива, передачи опыта работы	1.06 – 31.08.23	Воспитание трудовых качеств, формирование умения организовать личное рабочее пространство

Информационное обеспечение**1. Презентации в формате MS Power Point:**

1. Виды эл. цепей и их свойства
2. Диод
3. Закон Ома
4. Индуктивность
5. Конденсатор
6. Микросхема
7. Правила работы с измерительными приборами
8. Сопротивление и проводимость. Резистор
9. Резистор и его виды
10. Транзистор
11. Трансформатор

Контрольно-оценочные средства**Примерные вопросы** для зачёта:

1. Как звучит определение электрической *величины*? (возможные варианты: сопротивление, напряжение, сила тока и др.)
2. В чём измеряется электрическая *величина*?
3. По какой формуле рассчитывается данная *величина*? (возможные варианты: закон Ома, свойства цепей)
4. Какими электрическими свойствами обладает данный *элемент*?
5. Где может применяться этот *элемент* и для чего?
6. Какими *характеристиками* он обладает?
7. Нарисуй последовательную/параллельную/смешанную цепь. Каковы её свойства?
8. Какой из элементов *схемы* потребляет больше тока? На каком элементе наименьшее падение напряжения? Чему равна сумма сопротивлений всех элементов *этой цепи*?
9. При каком напряжении/силе тока будет работать этот *элемент*? В каком режиме?
10. Расскажи, какие действия необходимо произвести с прибором для измерения этой *величины*?

Тесты по тематическим разделам:

1. «Электрический ток»
2. «Элементы электронных схем»
3. «Электрическая цепь»
4. «Логика»