

Государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования Республики Карелия
«Ресурсный центр развития дополнительного образования»

Детский технопарк «Кванториум Сампо»

Программа рассмотрена на заседании педагогического совета

от «___» _____ 20__г.

Протокол № _____

«Утверждено»
приказом № ___ от «_» _____ 20__г.

Директор ГБОУ ДО РК РЦРДО Ровесник

С.И. Начинова

Подпись: _____ «_» _____ 20__г.

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа «Технополис»**

Срок реализации: до 1 года

Возраст учащихся: 12-16 лет

Составители:
Гудач Д.В., Кирпиченко А.В., Егорина Е.С.
педагоги дополнительного образования

Пояснительная записка

Высокий уровень исследований и разработок, высокий темп освоения новых знаний и создания инновационной продукции являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик и эффективность национальных стратегий безопасности.

Для реализации указанных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации приоритетов необходимы определенные модели мышления и поведения личности, которые, как показывает опыт многих стран, формируются в процессе социализации подрастающих поколений.

Технологическое образование обеспечивает решение ключевых задач воспитания, является необходимым компонентом общего образования, предоставляя обучающимся возможность применять на практике знания основ наук, осваивать общие принципы и конкретные навыки преобразующей деятельности человека, различные формы информационной и материальной культуры, а также создания новых продуктов и услуг.

Предметная область «Технология» является организующим ядром вхождения в мир технологий, в том числе: материальных, информационных, коммуникационных, когнитивных и социальных. В рамках освоения предметной области «Технология» происходит знакомство с миром профессий, самоопределение и ориентация обучающихся на деятельность в различных сферах общественного производства, предпринимательской деятельности. Обеспечивается преемственность перехода обучающихся от общего образования к среднему профессиональному, высшему образованию и трудовой деятельности.

Детский технопарк «Кванториум Сампо» – это новый российский формат дополнительного образования детей в сфере инженерных наук, формирующий научно-технический потенциал молодежи России, подготовку высококвалифицированных инженерных кадров для наукоемких и высокотехнологичных отраслей экономики РФ, разработку, тестирование и внедрение инновационных технологий и идей, внедрение эффективных моделей образования, доступных для тиражирования во всех регионах страны.

В технопарке создаются все условия для ускоренного технического развития детей: новейшее оборудование, наиболее эффективные формы обучения, высококвалифицированный преподавательский состав, доступ к ведущим региональным предприятиям с возможностью реализации совместных проектов, результатом внедрения которых может стать патент на изобретение или отложенный контракт с ведущими промышленными предприятиями региона и перспективой дальнейшего трудоустройства.

В образовательном процессе, организованном в технопарке, уделено внимание и таким важными моментами, как выработка умения грамотного взаимодействия в командной работе над

проектом и получение надпредметных компетенций. В итоге, ребенок сможет не только разбираться в основах исследовательской деятельности или инженерии, но и будет понимать, как вести весь проект "ОТ и ДО", включая правильную постановку цели, распределение обязанностей и оценку конкурентоспособности проекта.

Все вышесказанное является хорошей предпосылкой для реализации данной программы.

Целью программы является создание условий для формирования технологической грамотности и компетентности, инновационной творческой деятельности обучающихся в процессе решения прикладных учебных задач.

Задачи:

Обучающие:

- 1) формирование у обучающихся культуры проектной и исследовательской деятельности;
- 2) формирование ключевых навыков в сфере информационных и коммуникационных технологий в рамках учебных предметов «Технология» и «Информатика и ИКТ» и их использование в ходе изучения других предметных областей (учебных предметов);
- 3) формирование у обучающихся soft и hard skills, востребованных в дальнейшей профессиональной траектории;
- 4) формирование общих учебных и специальных умений и навыков у обучающихся: освоение проектной деятельности как способа преобразования реальности в соответствии с поставленной целью; изобретение, поиск принципиально новых для обучающегося решений;
- 5) формирование ключевых компетентностей: информационной, коммуникативной, навыков работы в коллективе; инициативности, гибкости мышления, предприимчивости, самоорганизации;
- 6) формирование умений и навыков решения конструкторских задач.

Развивающие:

- 1) развитие творческой инициативы и самостоятельности;
- 2) развитие интереса к техническому творчеству, технике, высоким технологиям;
- 3) развитие личностных качеств (активность, инициативность, воли, любознательность), интеллекта (внимание, память, восприятие, логическое мышление, речь) и творческих способностей у обучающихся;
- 4) развитие умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.
- 5) Развитие ранней профессиональной ориентации и профориентации школьников.

Воспитательные:

- 1) воспитание чувства ответственности;
- 2) воспитание умения работать в коллективе, эффективно распределять обязанности.

Контингент: программа рассчитана на обучающихся 5 – 9 классов. Количество человек в группе до 12 при теоретическом обучении и 2-3 человека - на проектном уровне.

Режим занятий:

1 раз в неделю по 6 академических часов

Способы реализации:

Процесс обучения строится на основе проектной работы и образовательного кейс-метода.

Проектная деятельность осуществляется на основе анализа пользовательского опыта самих детей, постановка задач в проектах осуществляется детьми под контролем преподавателя, а реализация проектов должна осуществляться с помощью использования аддитивных технологий и оборудования кванта. В качестве примерных тем проектов могут выступать темы: «Проектирование эргономичной подставки для гаджетов», «Разработка подставки для канцелярских принадлежностей» и пр.

При изучении тем программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной и групповой формы учебной работы обучающихся:

- фронтальная форма - для изучения нового материала, информация подаётся всей группе до 12 человек;
- индивидуальная форма - самостоятельная работа обучающихся, педагог может направлять процесс в нужную сторону;
- групповая форма помогает педагогу, сплотить группу общим делом, способствует качественному выполнению задания, для реализации проектной деятельности в малых группах (3-4 человека).

Изучение ведется путем проведения занятий разнообразных форм: рассказ, беседа, круглый стол, демонстрации, объяснение, мозговой штурм, функционально-технический анализ, практическая работа на компьютере, анализ пользовательского опыта, самостоятельная работа, ролевые и деловые игры, проектная деятельность. Ведущей формой учебной деятельности является проектная деятельность в полном цикле: «потребность — цель — способ — результат». Именно проектная деятельность органично устанавливает связи между образовательным и жизненным пространством, имеющие для обучающегося ценность и личностный смысл.

Виды учебной деятельности:

- решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;

анализ проблемных ситуаций;
построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
проведение исследовательского эксперимента;
поиск необходимой информации в учебной и справочной литературе;
выполнение практических работ;
подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации;
публичное выступление.

Ожидаемые результаты:

- повышение мотивации детей к выбору образовательной профессиональной траектории, формированию компетенций на основе демонстрации и использования достижений науки и техники;
- ответственное отношение к труду и навыкам сотрудничества;
- базовые навыки применения основных видов ручного инструмента (в том числе электрического) как ресурса для решения технологических задач; использование метода проектов;
- знакомство с жизненным циклом продукта и методами проектирования, решения изобретательских задач;
- овладение опытом конструирования и проектирования, навыками применения ИКТ в ходе учебной деятельности.

Показатели (индикаторы) эффективности реализации программы:

- увеличение численности обучающихся, занятых различными формами технического творчества;
- увеличение количества региональных учебно-исследовательских, научно-технических мероприятий;
- увеличение количества обучающихся, ежегодно принимающих участие в учебно-исследовательских конференциях, научно-технических мероприятиях регионального, межрегионального и всероссийского уровня.

Программа «Технополис» по структуре является модульной. Выбор образовательных направлений определяется с учетом возрастных особенностей, содержания основной общеобразовательной программы предмета «Технология» и реализуемых траекторий детского Технопарка.

Модуль «Робототехника»

Модуль «Робототехника» направлен на изучение основных принципов конструирования и базовых технологических решений, составляющих основу конструкций и технических устройств, с помощью образовательных наборов, служащих универсальным инструментом для развития конструкторских, инженерных и общенаучных навыков в различных областях науки и техники: машины и механизмы; инженерная и строительная механика; энергетика, автоматические системы; алгоритмики и программирования; проектирование и моделирование.

В рамках курса «Робототехника» обучающиеся смогут познакомиться с физическими, техническими и математическими понятиями. Приобретенные знания будут применимы в творческих проектах по решению задач, которые сопровождаются использованием электронных инструментов, интегрированных в среду программирования.

В программу учебного курса заложена работа над «Конструкторскими проектами», где обучающиеся выступают в роли инженеров. В процессе разработки проекта, обучающиеся коллективно обсуждают идеи решения поставленной конструкторской задачи, далее строят, программируют и испытывают свою модель, оценивают работоспособность созданной модели.

Целью модуля является развитие у обучающихся навыков моделирования, конструирования и программирования, освоение «hard» и «soft» компетенций и передовых технологий в области мехатроники, электроники, робототехники, компьютерных технологий.

Задачи:

Обучающие:

- изучить приемы и технологии разработки простейших алгоритмов и систем управления, машинного обучения, технических устройств и объектов управления;
- расширить кругозор обучающихся по истории развития отечественной и мировой техники, ее создателях, о различных направлениях изучения робототехники, электроники, технологий искусственного интеллекта, компьютерных технологий;
- изучить принципы работы робототехнических элементов, состояние и перспективы робототехники в настоящее время;
- освоить «hard» и «soft» компетенции; формировать умение ориентироваться на идеальный конечный результат;
- овладеть технической терминологией, технической грамотности;

Развивающие:

- формировать интерес к техническим знаниям;
- развивать у обучающихся техническое мышление, изобретательность, образное, пространственное и критическое мышление;

- формировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- развивать волю, терпение, самоконтроль, внимание, память, фантазию;

Воспитательные:

- воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- воспитывать трудолюбие, уважение к труду;
- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

Учебно-тематический план.

№	Наименование темы	Кол-во часов		
		теория	практика	итого
1.	Введение. Общие правила техники безопасности.	2	0	2
2.	Микроконтроллер. Аппаратная платформа Arduino.	4	0	4
3.	Поиск проблемы.	2	4	6
4.	Поиск аналогов решения.	0	3	3
5.	Составление технического задания.	0	3	3
6.	Создание прототипа.	0	18	8
7.	Отладка и тестирование.	0	18	8
8.	Презентация	2	16	8
Итого		0	62	72

Ожидаемые результаты

1. Формирование у обучающихся представления о микроконтроллере и принципах работы с ним, для чего необходимо это устройство, что оно позволяет делать и как его можно применить;
2. Освоение принципов и практики использования языков программирования для микроконтроллеров;
3. Формирование понятия о разработке технического задания и поиску путей решения поставленной задачи;
4. Самостоятельная разработка электрических схем, сборка и проверка правильности работы.

Модуль «Промышленный дизайн»

Цель модуля: развитие у обучающихся навыков дизайн-проектирования, визуализации, конструирования и моделирования с учетом запросов потребителей через использование проектных технологий.

Задачи:

Обучающие

- формирование основ дизайн-мышления в решении и постановке творческих аналитических задач проектирования предметной среды;
- ознакомление с процессом создания дизайн-проекта, его основными этапами;
- изучение методик предпроектных исследований;
- выработка практических навыков осуществления процесса дизайнерского проектирования;
- формирование навыков технического рисования;
- приобретение непосредственного опыта общения с широким кругом материалов, технологий, инструментов и технических средств, понимание их возможностей;
- приобретение навыков разработки и презентации проектных идей различными средствами – графикой, моделями, макетированием и др.
- овладение методами и способами интеграции знаний различных предметных дисциплин и наук вокруг какой-либо выбранной обучающимися проектной проблемы.

Развивающие

- развитие коммуникативных умений:
- излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения;
- анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- развивать общий кругозор;
- развивать художественно-эстетический вкус при составлении композиции и объектов предметного дизайна;
- знакомить с работой дизайнера;
- содействовать адаптации обучающихся к жизни в обществе;
- развивать творческую деятельность учащегося.

Воспитательные

- формировать общую культуру учащихся;
- развитие умения работать в команде;
- привитие культуры графического труда;

- воспитывать эмоциональную отзывчивость на явления художественной культуры;
- воспитывать аккуратность, прилежание в работе, трудолюбие;
- воспитывать чувство сопричастности к традициям различных культур, чувство особой гордости традициями, культурой своей страны, своего народа;
- воспитывать чувство удовлетворения от творческого процесса и от результата труда.

Формы занятий:

- на этапе изучения нового материала – лекция, объяснение, рассказ, демонстрация;
- на этапе практической деятельности - дискуссия, практическая работа;
- на этапе освоения навыков – творческое задание;
- на этапе проверки полученных знаний – публичное выступление с демонстрацией результатов работы, дискуссия, рефлексия.

Рекомендуемые методы образовательного модуля:

- методика проблемного обучения;
- методика дизайн-мышления;
- методика проектной деятельности.

Результаты освоения программы:

Обучающиеся будут:

- понимать взаимосвязь между потребностями пользователей и свойствами проектируемых предметов и процессов;
- уметь анализировать процессы взаимодействия пользователя со средой;
- уметь выявлять и фиксировать проблемные стороны существования человека в предметной среде;
- уметь формулировать задачу на проектирование исходя из выявленной проблемы;
- уметь разбивать задачу на этапы ее выполнения;
- познакомятся с методами дизайн-мышления;
- познакомятся с методами дизайн-анализа;
- познакомятся с методами визуализации идей;
- пройдут стадии реализации своих идей и доведения их до действующего прототипа или макета;
- научатся проверять свои решения;
- научатся улучшать результат проекта исходя из результатов тестирования;
- освоят навыки презентации;

Обучающиеся будут уметь:

- составлять эскизы изделий с учетом формообразующих факторов;
- выполнять эскизы предметов с целью получить простую, функциональную, конструктивную и эстетически значимую форму;
- использовать цветовое оформление;
- подбирать информацию, анализировать источники и получать необходимые данные, устанавливать личные контакты, определять свой уровень знаний и оценивать его у других;
- решать конкретные задачи художественного проектирования;
- реализовывать свои творческие способности в рамках существующих ограничений (сроки, ресурсы, возможности производства), работать в коллективе, организовывать свое время и планировать деятельность;
- высокотехнично работать в различных направлениях дизайна, совмещая различные приемы исполнительского мастерства;
- создавать сложные творческие работы, развивая авторский стиль;
- использовать различные способы обучения и самообразования, повышать свой профессиональный уровень;
- участвовать в конкурсах и выставках по своему направлению

Обучающиеся приобретут навыки:

- воплощения идеи в материале;
- макетирования, с использованием различных материалов, технологий, инструментов, оборудования;
- скетчинга;
- прототипирования;
- визуализации проекта;
- презентации;
- работы в графических редакторах;
- защиты проекта.

Система отслеживания результатов:

Индивидуальные и групповые проекты - самостоятельная творческая как промежуточная, так и итоговая работа, выполненная под руководством педагога. Проект состоит из отдельных частей, например, рисунков, чертежей на изготовление какого-либо изделия, разработки технологического процесса, создание макета и прототипа, защита проекта перед экспертами.

Учебно-тематический план

№п/п	Наименование темы	Количество часов
------	-------------------	------------------

		Теория	Практика	Итого
1 Знакомство - 3 часа				
1.	Знакомство. Инструктаж по технике безопасности	1		1
2.	Игра на сплочение «Башня»		1	1
3.	Дизайн. Введение в профессию.	1		1
2 Кейс «Объект из будущего» - 9 часов				
4.	Исследование. Мозговой штурм, формирование идей с учетом заданных условий. Эскизирование.	1	2	3
5.	Макетирование из подручных материалов. Презентация.		3	3
3 «Природа и промышленный дизайн. Бионика» - 3 часа				
6.	Природа как творческий источник.	1	2	3
4 Кейс «Уроки рисования» - 9 часов				
7.	Скетчинг	1	8	9
5 Презентация проектов – 6 часов				
8.	Основы подготовки презентации	2	1	3
9.	Основы публичного выступления.	1	2	3
7 Кейс «Timeline» 18 часов				
10.	История предмета. Видоизменение объекта с течением времени. Timeline	1	1	2
11.	Знакомство с программой Adobe Photoshop.			12
12.	Создание Timeline предмета в Adobe Photoshop			6
13.	Презентация проектов			1
8 Кейс «Ваза» - 27 часов				
14.	Ваза как предмет для эффектной подачи цветов. Формирование идеи. Запись идей.	1	1	2
15.	Построение вазы. Проработка эскиза. Работа со скетч-маркерами.		3	3
16.	Fusion 360. Моделирование.		11	11

17.	Построение 3D модели вазы.		9	9
18.	Презентация проектов			2
Итого:		10	62	72

Материально-техническое оснащение:

	Наименование	Един. изм.	Кол - во
1.	Столы рабочие	шт.	6
2.	Стулья рабочие	шт.	12
3.	Компьютер	шт.	12
4.	Стеллажи	шт.	2
5.	Простые карандаши, ластики	шт.	20
6.	Маркеры для эскизов	набор	1
7.	Макетный нож	набор	1
8.	Наждачная бумага	набор	2
9.	Клей ПВА	шт.	11
10.	Бумага ВАТМАН	шт.	15
11.	Ножницы	шт.	13
12.	3D ручка	шт.	12
13.	Пластик для 3D ручки	набор	2
14.	Флипчарт	шт.	1
15.	Проектор	шт.	1
16.	Экран для проектора	шт.	1
17.	Перчатки рабочие	шт.	12
18.	Мусорный контейнер	шт.	1
19.	Мешки для мусора 100литр.	набор	1
20.	Пенопласт	листы	3
21.	Скотч	шт.	5

Модуль «Энерджи»

Целью модуля является развитие интереса обучающихся в сфере альтернативных источников энергии; реализации их творческих идей в области альтернативной и возобновляемой энергетики в виде проектов различного уровня сложности.

Программа познакомит обучающихся с современным устройством мировой энергетики, а также даст возможность взглянуть на ее устройство в будущем. На практике будут изучены механизмы получения электричества из энергии солнца и ветра, приливов и отливов, а также химических реакций. Более того, оборудование «Энерджиквантума» даст возможность проводить опыты в области водородной энергетики – передовой отрасли современности. Данный модуль предусматривает работу с обучающимися по развитию технического мышления, приобретению навыков, которые очень важны как для участия в коллективных проектах, так и в жизни в социуме: работать совместно, брать на себя нужную для команды роль, нести ответственность, помогать и сочувствовать друг к другу.

В результате освоения программы обучающийся должен приобрести следующие знания, умения и навыки:

знать:

- методы теоретического и экспериментального исследования альтернативных источников;
- основные классификации альтернативных источников;
- основные технологии и способы эксплуатации альтернативных источников энергии;
- методы определения рисков при использовании альтернативных источников энергии;
- нормы и правила рационального использования природных ресурсов;
- основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды при использовании возобновляемых источников энергии.

уметь:

- использовать принципы классификации альтернативных источников;
 - оценивать эффективность мероприятий по использованию новых методов и технологий;
 - использовать нормы и правила рационального использования природных ресурсов;
 - оценивать эффективность природоохранных мероприятий по использованию новых методов и технологий.
- пользоваться оборудованием, представленным в Квантуме;
 - проводить экспериментальную, исследовательскую работу с наборами «Водородная школа», «Биотопливо», «Гидроэлектростанция», «Стенд Город» и др.

обладать навыками:

- исследовательской, проектной и социальной деятельности, строить логическое доказательство;
- решения кейсов по теме «Альтернативная энергетика»;
- самообразования – периодической оценкой своих успехов и собственной работы самими обучающимися;
- проектирования, разработки, документирования и представления собственных проектов в составе команды.

Учебно-тематический план

№	Наименование темы	Кол-во часов		
		Теория	Практика	Итого
1.	Введение. Техника безопасности	2	-	2
2.	Энергия вокруг нас. Традиционные источники энергии. Альтернативные источники энергии.	2	2	4
3.	Гидроэнергетика	1	3	4
4.	Ветроэнергетика	1	3	4
5.	Биотопливо	1	3	4
6.	Энергия Солнца. Экскурсия	1	3	4
7.	Водородная энергетика	1	3	4
8.	Способы хранения и передачи энергии	-	2	2
9.	Кейсовые практики	1	11	12
10.	Игровые практики. Энергостенд «Город»	1	5	6
11.	Введение в проектную деятельность	2	2	4
12.	Работа над групповыми проектами	-	14	14
13.	Подготовка и защита проекта	-	8	8
Итого		13	59	72

Материально-техническая база

1. Интерактивный экран с проектором.
2. Ноутбук.
3. Набор «Гидроэнергетика».
4. Набор «Биотопливо».
5. Расширенный набор «Energy Box».

6. Энергостенд «Город»
7. Генератор водорода для заправки металлгидридных картриджей.
8. Компактный мультиметр.

Список рекомендуемой литературы.

1. AutodeskArtcam [Электронный ресурс]. – URL: <http://download.autodesk.com/us/support/files/delcam/ArtCAM/ArtCAMStandardReferenceHelp.chm>
2. AutodeskRemake [Электронный ресурс]. – URL: https://remake.autodesk.com/assets/Autodesk_ReMake_Guide_01.pdf
3. Ковалев, А.С. Компьютерная графика 3D-моделирование КОМПАС-3D Технологии выполнения чертежей и деталей: учеб. пособ. / А. С. Ковалев. – Орел: ОрелГАУ, 2013 – 84 с.
4. Кухта, М. С. Промышленный дизайн: М. С. Кухта, В. И. Куманин, М. Л. Соколова, М.Г. Гольдшмидт. – Томск: ТПУ, 2013 – 312 с.
5. Трехмерный принтер «FormlabsForm 2» Инструкция по эксплуатации[Электронный ресурс]. – URL: <https://formlabs.com/media/upload/Form-2-Dental-Overview.pdf>
6. Трехмерный принтер «MakerBotReplicator +» Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://eu.makerbot.com/fileadmin/Inhalte/Support/Manuals/Russian_UserManual_V.4_Replicator2.pdf
7. Трехмерный принтер «MakerBotReplicator 2X» Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://eu.makerbot.com/fileadmin/Inhalte/Support/Manuals/MB_Replicator_UserManual_Russian.pdf
8. Трехмерный сканер «RangeVisionSmart» Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rangevision.eu/wp-content/uploads/2016/08/manual_Smart-2016.pdf
9. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 1 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2016. – 256 с.
10. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 2 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2013. – 288 с.
11. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 1. Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 224 с.
12. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 2. Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 208 с.
13. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.

14. Малеткин, И.В. Внутренние электромонтажные работы / И.В. Малеткин М.: Инфра-Инженерия, 2012. – 288 с.
15. Рюмин, В.В. Занимательная электротехника на дому / В.В. Рюмин М.: Центрполиграф, 2016. – 160 с.
16. Быстрицкий, Г.Ф. Основы энергетики. Учебник / Г.Ф. Быстрицкий М.: КноРус, 2017. – 350 с.
17. Онлайн энциклопедия Wikipedia.ru, wikipedia.org.
18. Карабчевский, Г.А. Начальный курс электрика: Учебное пособие: интернет издание: <http://www.rtsh.ru/manual.electrician.htm>
19. <http://polyus-nt.ru/assets/энергостенд-буклет.pdf>