

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ШКОЛА № 161 ВЫБОРГСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА  
194358, Санкт-Петербург, внутригородское муниципальное образование города  
федерального значения Санкт-Петербурга, поселок Парголово,  
улица Архитектора Белова, дом 5, корпус 2, строение 1**

---

**ПРИНЯТА**

Педагогическим советом  
ГБОУ школа № 161  
Выборгского района Санкт-Петербурга  
Протокол № 1 от «30» августа 2024г.

**УТВЕРЖДЕНА**

Директор ГБОУ школа № 161  
Выборгского района Санкт-Петербурга  
\_\_\_\_\_ О.А. Клекоцюк  
Приказ № 6-4/ОД от «02» сентября 2024г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Юный нейромоделлист»**

Срок освоения 1 год  
Возраст обучающихся от 11 до 14 лет

Разработчик:  
**Полежаева Татьяна Игоревна,**  
педагог дополнительного образования

Санкт-Петербург  
2024

## Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа «Юный нейромоделист» (далее – Программа) относится к технической направленности. Уровень освоения программы – общеразвивающей.

История нейротехнологии начинается со времен античности, когда древние греки и римляне исследовали строение мозга и нервной системы. Однако существенное развитие нейротехнологии началось в последние десятилетия, когда стали доступны более мощные компьютеры и современные методы изучения мозга. Сегодня нейротехнологии используются в различных областях, таких как медицина, искусственный интеллект, робототехника и виртуальная реальность. Они позволяют создавать новые методы диагностики и лечения нервных заболеваний, а также разрабатывать более сложные и умные роботы и виртуальные системы.

Одним из ключевых направлений нейротехнологии является искусственный интеллект (AI) и нейронные сети. Эти технологии позволяют компьютерам учиться и минимизировать ошибки, как и в натуральном мозгу. Они используются в различных областях, таких как распознавание речи, анализ изображений и машинное обучение.

Современное общество находится в процессе цифровой трансформации, интеграции новых цифровых технологий во все сферы деятельности, что влечет серьезные изменения в производственной среде, публичных сервисах, коммуникации и быте людей. Государства, форсирующие развитие так называемых сквозных технологий, увеличивают свои шансы на мировое технологическое лидерство. Сквозные технологии — ключевые научно-технические направления, оказывающие наибольшее влияние на развитие рынков, — становятся основой для мировой экономики, воздействуя практически на все ее отрасли. Среди таких технологий: нейротехнологии, искусственный интеллект, квантовые технологии, технологии виртуальной и дополненной реальности и т. д. Сквозной характер данных цифровых технологий позволяет применять их в различных отраслях, комбинируя достижения разных технологий в целях получения синергетического эффекта.

Программа «Юный нейромоделист» позволяет создать для учащихся такое пространство, которое отвечало бы их возрастным потребностям. Даст обучающимся множество ценных навыков и знаний, которые помогут им в будущем: развитие ключевых компетенций (критическое мышление, творческое мышление, проблемное решение, коммуникативные навыки, цифровые навыки), понимание основ нейромоделирования (введение в искусственный интеллект, применение нейромоделирования в различных сферах, практические навыки работы с нейромоделями).

**Актуальность программы** заключается в том, что нейротехнологии обладают высокой актуальностью в современном мире по нескольким причинам:

### 1. Развитие востребованных навыков:

- Нейросети и машинное обучение: являются ключевыми технологиями, которые трансформируют различные сферы жизни, от медицины до финансов.
- Критическое мышление и анализ данных: программа учит детей разбираться в принципах работы нейросетей, анализировать данные и делать обоснованные выводы.
- Программирование и алгоритмизация: дети осваивают навыки программирования, которые являются универсальными и востребованными в любой сфере.
- Творческое мышление и решение задач: программа развивает креативность и способность находить нестандартные решения.

### 2. Подготовка к будущим профессиям:

- Специалисты по машинному обучению: спрос на таких специалистов растет с каждым годом, а программа "Юный нейромоделист" закладывает фундамент для успешной карьеры в этой сфере.

- Аналитики данных: дети учатся анализировать информацию, что позволит им в будущем работать с большими данными и делать прогнозы.
  - Разработчики программного обеспечения: знания в области нейросетей и программирования помогут детям создавать современные и инновационные программы.
3. Формирование компетенций XXI века:
- Цифровая грамотность: дети осваивают основы работы с цифровыми технологиями, что необходимо в современном мире.
  - Критическое мышление: программа развивает способность анализировать информацию и оценивать ее достоверность.
  - Командная работа: дети учатся работать в команде и решать задачи совместно.
4. Повышение конкурентоспособности:
- Знания в области нейросетей и машинного обучения: дадут детям преимущество на рынке труда.
  - Развитие креативности и инновационного мышления: поможет детям реализовать свой потенциал и стать успешными в любой сфере.

В целом, программа "Юный нейромоделист" является актуальной и востребованной в современном мире, так как она помогает детям развивать необходимые навыки и компетенции для успешной жизни и карьеры в будущем.

Обучение содержанию программного материала построено на основе общих методических положений;

-от простого к сложному,

-от частного к общему,

- с использованием технологий личностно-ориентированного подхода в обучении.

#### **Объем и срок реализации программы.**

Программа «Юный нейромоделист» предусматривает 1 год обучения. Время, отведенное на обучение, составляет 144 часа в год, по 2 часа 2 раза в неделю.

**Основная цель программы** - изучение основ нейро- и психофизиологии человека, знакомство с современными сквозными технологиями (виртуальная реальность, дополненная реальность, искусственный интеллект и т.д.), нацеленными на развитие современных рынков в соответствии с Дорожными картами НТИ для самоопределения обучающихся в выборе профессии, а также развитие исследовательской культуры посредством освоения нейротехнологий и мозг-компьютерных интерфейсов.

#### **Задачи:**

##### **Обучающие:**

- Обучить современным разработкам по нейротехнологиям;
- Обучить учащихся комплексу базовых технологий, применяемых при создании человеко-машинных интерфейсов и устройств, основным принципам электротехники;
- помочь освоить среду программирования микроконтроллеров;
- обучить составлению программы управления интеллектуальными устройствами;

##### **Развивающие:**

- развивать творческие способности и логическое мышление обучающихся;
- развивать умение выстраивать гипотезу и сопоставлять с полученным результатом;
- развивать образное, техническое мышление и умение выразить свой замысел;
- развивать умения работать по предложенным инструкциям по сборке моделей;
- развивать умения творчески подходить к решению задачи;
- развивать применение знаний из различных областей знаний;
- развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать.

##### **Воспитательные:**

- Повышать мотивацию учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем;
- Воспитывать у учащихся стремление к получению качественного законченного результата;
- Формировать навыки проектного мышления, работы в команде, эффективно распределять обязанности.

**Условия реализации программы:**

Программа «Юный нейромоделист» реализуется для учащихся 11–14 лет. Срок реализации программы 1 год.

**Режим работы:**

Первый год обучения - 144 часа в год, 4 часа в неделю: 2 раза в неделю 2ч.

**Условия набора.**

В объединение «Юный нейромоделист» принимаются все желающие (по заявлению родителей).

**Форма организации занятий** — групповая:

**Количество обучающихся в группах:**

1 год обучения не более 15 человек

**Ожидаемые результаты и способы определения их результативности**

Учащиеся должны

**Знать:**

- Понятие нейронной сети, ее основные компоненты (нейроны, связи, активационная функция).
- Типы нейронных сетей (перцептрон, многослойный перцептрон, сверточные сети, рекуррентные сети)
- Принципы работы нейронных сетей, обучение с учителем и без учителя.
- Основные области применения нейронных сетей (распознавание образов, обработка естественного языка, прогнозирование).
- Основы программирования на Python (переменные, циклы, функции).
- Библиотеки Python для нейромоделирования (TensorFlow, PyTorch).
- Основные операции с данными (загрузка, обработка, визуализация).
- Реальные примеры применения нейромоделирования в различных областях (медицина, финансы, транспорт).
- Этические вопросы, связанные с применением нейромоделирования.

**Уметь:**

- Объяснять принцип работы нейронной сети.
- Выбирать подходящий тип нейронной сети для решения конкретной задачи.
- Описывать этапы обучения нейронной сети.
- Понимать основные концепции, связанные с обучением нейронных сетей (оптимизация, регуляризация, переобучение).
- Писать простые программы на Python для создания и обучения нейронных сетей.
- Использовать библиотеки TensorFlow и PyTorch для реализации нейронных сетей.
- Подготавливать данные для обучения нейронных сетей.
- Оценивать качество обучения нейронных сетей.
- Разрабатывать простые нейронные сети для решения реальных задач.
- Анализировать результаты работы нейронных сетей.
- Критически оценивать преимущества и недостатки применения нейромоделирования.

**Личностные и метапредметные результаты освоения программы «Волейбол»**

Результаты освоения программного материала оцениваются по трем базовым уровням и представлены соответственно личностными, метапредметными и предметными результатами.

**Личностные:**

Воспитательный результат занятий нейротехнологиями можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, открытых состязаниях роботов и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его. Развитие коммуникативных навыков: сотрудничество и работа в команде, успешное распределение ролей. Кроме того, простым, но важным результатом будет регулярное содержание своего рабочего места и конструктора в порядке.

**Метапредметные:**

Изменения в развитии мелкой моторики, внимательности, аккуратности и особенностей мышления конструктора-изобретателя проявляется на самостоятельных задачах по механике. Наиболее ярко результат проявляется в успешных выступлениях на внешних состязаниях роботов.

**Предметные:**

Результатом занятий робототехникой будет способность учащихся к самостоятельному решению ряда задач с использованием интеллектуальных робототехнических конструкторов, а также создание творческих проектов. Конкретный результат каждого занятия – это устройство, выполняющее поставленную задачу. Проверка проводится как визуально – путем совместного тестирования устройств, так и путем изучения программ и внутреннего устройства конструкций, созданных учащимися. Навыки самообразования - периодическая оценка своих успехов и собственной работы самими обучающимися. Основной способ итоговой проверки – выполнение практических заданий. В зачет принимается успешное участие в соревновании по нейротехнологиям.

**Формы учебно-воспитательного процесса** при реализации программы являются:

- Теоретические занятия
- Практические занятия

**Типы занятий.**

Занятия включает в себя теоретическую и практическую часть. В теоретической части рассматриваются вопросы работы нейротехнологий. В практической части углублено изучается работа в программах для создания нейронных сетей.

Образовательный процесс строится так, чтобы учащиеся могли применить теоретические знания на практике.

**Виды занятий:**

- Групповые

**Методы обучения:**

Словесные методы - устное изложение материала, формулирование задач, обсуждение результатов.

Наглядные методы – показ работы программы, создание нейронных сетей.

Практические методы – отработка навыков в создании нейронных сетей.

Репродуктивные методы – формирование навыков путем повторения и закрепления результатов теоретической и практической работы.

Частично-поисковые – стимулирование самостоятельных версий выполнения заданий.

**Материально-техническое оснащение:**

- Набор образовательного интеллектуального конструктора - 20 штук.
- Среда программирования Arduino IDE.
- Электронное руководство пользователя.
- Полигоны для состязаний.
- Компьютеры (Ноутбуки) – 15 штук.

**Календарный учебный график**

Год обучения	Дата начала обучения по	Дата окончания	Всего учебных	Количество учебных	Режим занятий
--------------	-------------------------	----------------	---------------	--------------------	---------------

	программе	обучения по программе	недель	часов	
1 год обучения	11 сентября 2024 год	29 мая 2025 год	36	1 год обучения – 144 часа	1 год обучения – 2 раза в неделю 2 часа

### Календарно – тематическое планирование

№	Тема занятия	Кол-во часов	Дата занятия	
			План	Фактическое
1	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	11.09.2024	
2	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	12.09.2024	
3	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	18.09.2024	
4	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	19.09.2024	
5	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	25.09.2024	
6	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	26.09.2024	
7	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	02.10.2024	
8	Электрическая активность мозга и методы ее изучения	2	03.10.2024	
9	Основные ритмы ЭЭГ и подготовка к записи ЭЭГ	2	09.10.2024	
10	Основные ритмы ЭЭГ и подготовка к записи ЭЭГ	2	10.10.2024	
11	Основные ритмы ЭЭГ и подготовка к записи ЭЭГ	2	16.10.2024	
12	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	17.10.2024	
13	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	23.10.2024	
14	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	24.10.2024	
15	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	30.10.2024	
16	Головной мозг. Функции головного мозга	2	31.10.2024	
17	Головной мозг. Функции головного мозга	2	06.11.2024	
18	Головной мозг. Функции головного мозга	2	07.11.2024	
19	Головной мозг. Функции головного мозга	2	13.11.2024	
20	Головной мозг. Функции головного	2	14.11.2024	

	мозга			
21	Головной мозг. Функции головного мозга	2	20.11.2024	
22	Головной мозг. Функции головного мозга	2	21.11.2024	
23	Головной мозг. Функции головного мозга	2	27.11.2024	
24	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	28.11.2024	
25	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	04.12.2024	
26	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	05.12.2024	
27	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	11.12.2024	
28	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	12.12.2024	
29	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	18.12.2024	
30	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	19.12.2024	
31	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	25.12.2024	
32	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	26.12.2024	
33	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	09.01.2025	
34	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	15.01.2025	
35	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	16.01.2025	
36	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	22.01.2025	
37	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	23.01.2025	
38	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	29.01.2025	
39	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	30.01.2025	
40	Ритмы ЭЭГ и функциональные состояния человека	2	05.02.2025	
41	Вызванные потенциалы	2	06.02.2025	
42	Вызванные потенциалы	2	12.02.2025	
43	Вызванные потенциалы	2	13.02.2025	
44	Вызванные потенциалы	2	19.02.2025	
45	Вызванные потенциалы	2	20.02.2025	
46	Вызванные потенциалы	2	26.02.2025	
47	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	27.02.2025	
48	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	05.03.2025	

49	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	06.03.2025	
50	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	12.03.2025	
51	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	13.03.2025	
52	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	19.03.2025	
53	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	20.03.2025	
54	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	26.03.2025	
55	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	27.03.2025	
56	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	02.04.2025	
57	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	03.04.2025	
58	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	09.04.2025	
59	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	10.04.2025	
60	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	16.04.2025	
61	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	17.04.2025	
62	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	23.04.2025	
63	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	24.04.2025	
64	Нейрокомпьютерный интерфейс	2	30.04.2025	
65	Профориентация	2	07.05.2025	
66	Профориентация	2	14.05.2025	
67	Профориентация	2	15.05.2025	
68	Профориентация	2	21.05.2025	
69	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	22.05.2025	
70	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	27.05.2025	
71	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	28.05.2025	
72	Конкурсные мероприятия, хакатоны и мастер-классы, олимпиады.	2	29.05.2025	

**По окончании первого года обучения, учащийся должны:**

1. Знать понятие нейронной сети, ее основные компоненты (нейроны, связи, активационная функция).
2. Знать типы нейронных сетей (перцептрон, многослойный перцептрон, сверточные сети, рекуррентные сети)
3. Знать принципы работы нейронных сетей, обучение с учителем и без учителя.
4. Знать основные области применения нейронных сетей (распознавание образов, обработка естественного языка, прогнозирование).
5. Знать основы программирования на Python (переменные, циклы, функции).
6. Знать библиотеки Python для нейромоделирования (TensorFlow, PyTorch).
7. Знать основные операции с данными (загрузка, обработка, визуализация).
8. Знать реальные примеры применения нейромоделирования в различных областях (медицина, финансы, транспорт).
9. Знать этические вопросы, связанные с применением нейромоделирования.



10. Уметь объяснять принцип работы нейронной сети.
11. Уметь выбирать подходящий тип нейронной сети для решения конкретной задачи.
12. Уметь описывать этапы обучения нейронной сети.
13. Уметь понимать основные концепции, связанные с обучением нейронных сетей (оптимизация, регуляризация, переобучение).
14. Уметь писать простые программы на Python для создания и обучения нейронных сетей.
15. Уметь использовать библиотеки TensorFlow и PyTorch для реализации нейронных сетей.
16. Уметь подготавливать данные для обучения нейронных сетей.
17. Уметь оценивать качество обучения нейронных сетей.
18. Уметь разрабатывать простые нейронные сети для решения реальных задач.
19. Уметь анализировать результаты работы нейронных сетей.
20. Уметь критически оценивать преимущества и недостатки применения нейромоделирования.

При обучении используются основные методы организации и осуществления учебно-познавательной работы, такие как словесные, наглядные, практические, индуктивные и проблемно-поисковые. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей детей, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи. Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала. С первых занятий учащиеся приучаются к технике безопасности, противопожарной безопасности, к правильной организации собственного труда, рациональному использованию рабочего времени, грамотному использованию спортивного инвентаря и спортивных снарядов. В основу программы легли определенные педагогические принципы: принцип субъектности познающего сознания. Педагог и учащийся определяются активными субъектами образования.

Принцип дополнительности - монолог педагога уступает место смысловому диалогу, взаимодействию, партнерству, ориентация на реальную свободу развивающейся личности. Принцип открытости учебной и воспитательной информации. Мир знаний "открывается" перед учащимся благодаря работе его сознания, как главной личной ценности. Педагог не "преподносит" знания в готовом для понимания виде, а придает им контекст открытия. Принцип уважения к личности ребенка в сочетании с разумной требовательностью к нему предполагает, что требовательность является своеобразной мерой уважения к личности ребенка. Разумная требовательность всегда целесообразна, если продиктована потребностями воспитательного процесса и задачами развития личности. Принцип сознательности и активности учащихся предполагает создание условий для активного и сознательного отношения учащихся к обучению, условий для осознания учащимися правильности и практической ценности получаемых знаний, умений и навыков. Принцип дифференцированного и индивидуального подхода в обучении предполагает необходимость учета индивидуальных возможностей и возрастных психофизиологических особенностей каждого учащегося при выборе темпа, методов и способа обучения. Принцип преемственности, последовательности и систематичности заключается в такой организации учебного процесса, при которой каждое занятие является логическим продолжением ранее проводившейся работы, позволяет закреплять и развивать достигнутое, поднимать учащегося на более высокий уровень развития. Принцип доступности и пассивности заключается в применении основного правила дидактики "от простого к сложному, от известного к неизвестному".

## **Методические материалы**

## **Материалы по электрофизиологии:**

1. Курс лекций по нейрофизиологии  
Режим доступа:  
[http://www.bio.bsu.by/phha/html/kurs\\_lekcii.html](http://www.bio.bsu.by/phha/html/kurs_lekcii.html)
2. Анатомия и физиология тела человека <http://tardokanatomy.ru/>
3. Прикладная электрофизиология. Методические материалы: теория и лабораторные работы 2017. И. Гончар.
4. Физиология человека. В 3-х томах. Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. Пер. с англ. - 3-е изд. - М.: Мир, 2005
5. Герман, И. Физика организма человека / И. Герман. — Долгопрудный: Интеллект, 2011.
6. Эшкрофт, Фрэнсис. Искра жизни: Электричество в теле человека / Пер. с англ. Вячеслава Ионова. — М.: Альпина нон-фикшн, 2015
7. Чагин Олег "Раны победителей заживают быстрее"  
Режим доступа:  
<http://olegchagin.livejournal.com/256135.html>
8. Функциональная специализация коры больших полушарий мозга  
Режим доступа:  
[https://aupam.ru/pages/medizina/fiziologiya\\_zns/page\\_09.htm](https://aupam.ru/pages/medizina/fiziologiya_zns/page_09.htm)
9. Нейроинтерфейсы: от фотобумаги до нейропыли  
Режим доступа:  
<https://habrahabr.ru/company/neuronspace/blog/255945/>
10. Спортивная энциклопедия  
Режим доступа:  
<http://sportwiki.to>
11. Гормональная регуляция  
Режим доступа:  
[https://studopedia.ru/2\\_33412\\_gormonalnaya-regulyatsiya.html](https://studopedia.ru/2_33412_gormonalnaya-regulyatsiya.html)
12. Интерференциальная электромиография  
Режим доступа:  
<http://stomekspert.ru/interferencialnaya-elektromiografiya.html>
13. Массивы в JAVA  
Режим доступа:  
<http://study-java.ru/uroki-java/massivy-v-java/>
14. Эритроциты в крови человека: норма и отклонения  
Режим доступа:  
<http://medafarm.ru/page/pacientu/diagnostika/eritrocity-v-krovi-cheloveka-norma-i-otkloneniya>
15. Кровь и ее функции. Режим доступа:  
<https://profmeter.com.ua/communication/learning/course/course10/lesson696/>
16. Arduino: Примеры /Tone Режим доступа:  
<http://wikihandbk.com/wiki/Arduino:%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B/Tone>
17. Arduino для начинающих.  
Урок 6. Пьезоэлемент (пьезодинамик) Режим доступа:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Y3v5JzJH80Y>
18. Пьезоэлектрики Режим доступа:  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8C%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8>
19. Самозарядная электроника становится реальностью Режим доступа:  
<http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/samozaryadnaya-elektronika-stanovitsya-realnostyu>
20. Функция Polar OwnZone Режим доступа:  
[http://www.polarsport.ru/main/articles/Polar\\_Own\\_Zone](http://www.polarsport.ru/main/articles/Polar_Own_Zone)

21. Вариабельность сердечного ритма Режим доступа:  
<http://www.kardi.ru/ru/index/Article?Id=37&ViewType=view>
22. Что такое симпатическая и парасимпатическая нервная система  
<http://medicineno.com/chto-takoe-simpaticheskaya-i-parasimpaticheskaya-nervnaya-sistema.html>
23. Симпатический и парасимпатический отдел нервной системы Режим доступа:  
<https://vsdpanika.ru/nervnaya-sistema/simpaticheskij-i-parasimpaticheskij-otdel.html>
24. Маленькие железы большого назначения Режим доступа:  
<http://www.myshared.ru/slide/1228281/>
25. Аритмии и блокады сердца Режим доступа:  
[http://yamedik.org/?p=16&c=vnutrennie\\_bolezni/ter\\_struk](http://yamedik.org/?p=16&c=vnutrennie_bolezni/ter_struk)

### **Материалы по схемотехнике, электронике и программированию:**

1. <http://wiki.amperka.ru/>
2. <https://www.youtube.com/channel/UCGF1CvXMN8c-9aNx3c8tzng/featured>  
Уроки битроники 3. Керниган Б., Ритчи Д. К36 Язык программирования СиДПер. с англ., 3-е изд., испр. — СПб.: "Невский Диалект", 2001.
4. Микроконтроллеры - это просто! <http://easymcu.ucoz.ru/publ/12-2>
5. Изучаем Arduino <http://learn-arduino.blogspot.ru/>
6. Алгоритмическая структура ветвление  
[http://the-programmer.ru/publ/informatika/informatika\\_2/15\\_algorithmicheskaja\\_struktura\\_vetvlenie](http://the-programmer.ru/publ/informatika/informatika_2/15_algorithmicheskaja_struktura_vetvlenie)
7. Дешифратор азбуки Морзе с выводом на принтер, дисплей, последовательный порт  
[https://lesson.iarduino.ru/page/Morse\\_code\\_detector/](https://lesson.iarduino.ru/page/Morse_code_detector/)
8. Урок по языку C++.  
Функции <http://www.beginprogramming.meximas.com/lessons%20C++/lesson10.php>
9. Урок по языку C++. Функции.  
Часть 2. <https://informatics.mccme.ru/mod/book/view.php?id=563&chapterid=302>
10. Параметры и аргументы функций. Локальные и глобальные переменные.  
<http://younglinux.info/python/arguments.php>
11. Arduino: Примеры /Tone  
<http://wikihandbk.com/wiki/Arduino:%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B/Tone>
12. Arduino для начинающих. Урок 6. Пьезоэлемент (пьезодинамик)  
<https://www.youtube.com/watch?v=Y3v5JzJH80Y>
13. Пьезоэлектрики  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8C%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8>
14. Самозарядная электроника становится реальностью  
<http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/samozaryadnaya-elektronika-stanovitsya-realnostyu>