

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

Институт математики, физики и информатики  
Выпускающая кафедра: Информатики и информационных технологий в  
образовании

**Панова Анастасия Михайловна**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Подготовка старшеклассников в области нейротехнологий в системе  
дополнительного образования с использованием платформы Tinkercad**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)

Направление (профиль) образовательной программы:  
Математика и информатика

**ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ**

**Заведующий кафедрой  
д-р пед. наук, доцент Н.И. Пак**

(дата, подпись)

**Научный руководитель  
канд. пед. наук, доцент Т.А. Степанова**

Дата защиты

Обучающийся

А.М. Панова

Оценка

Прописью

Красноярск 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Теоретические основы подготовки старшекласников в области нейротехнологий в системе дополнительного образования.....	7
1.1. Современные направления исследований в области нейротехнологий.....	7
1.2. Особенности дистанционного обучения старшекласников основам нейротехнологий.....	15
1.3. Основные характеристики системы дополнительного образования.....	22
Выводы по первой главе.....	30
Глава 2. Практические основы подготовки старшекласников в области нейротехнологий.....	32
2.1 Серия дополнительных занятий для подготовки старшекласников в области нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad.....	32
2.2 Анализ результатов апробации.....	46
2.3 Эффективность дистанционного обучения нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad.....	51
Выводы по второй главе.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	59
Приложение А. Презентация к занятию 1. Начало работы с платформой Tinkercad.....	63
Приложение Б. Примеры схем, собранных в Tinkercad.....	71
Приложение В. Задание лабораторной работы 5.....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Нейротехнологии - развивающаяся и перспективная область науки и техники. В настоящее время, существенен вопрос решения дефицита ресурсов мозга человека, которых не хватает из-за ряда факторов: повышение объема нервно-эмоциональных компонентов в повседневной жизни человека, увеличение среднестатистического возраста человека, постоянный рост информационного потока, ухудшение санитарно-гигиенических условий обитания, рост риска нейродегенеративных и других нарушений деятельности человеческого мозга. В связи с этим нейронауки являются одним из самых перспективных направлений современной науки. Помимо этого изучение нейротехнологий в целом актуально по ряду причин:

1. Увеличение продолжительности жизни людей ставит задачу предотвращения и устранения активно развивающихся отклонений и заболеваний нервной системы. Нейротехнологии применяются для диагностирования, лечения и помощи реабилитации пациентов с подобными проблемами.

2. Нейротехнологии активно развиваются в бытовых сферах для повышения уровня жизни человека, увеличение производительности, оптимизации новых технологических устройств.

3. Быстрое развитие информационных технологий является основой для развития нейроассистентов в частности и искусственного интеллекта в целом [13].

В настоящее время существуют ряд курсов для школьников в системе дополнительного образования по изучению основ нейротехнологий с использованием конструктора Arduino UNO. Однако данный конструктор является дорогостоящим для массовой закупки. Потому необходимо адаптировать обучение нейротехнологиям без использования данного конструктора. Для этого можно использовать виртуальную платформу Tinkercad.

Знакомство школьников с нейротехнологиями на основе платформы Tinkercad имеет сильное мотивационное влияние на изучение информатики в целом и ее содержательной линии «алгоритмизация и программирование» в частности. Помимо этого, данное знакомство является хорошей основой для реализации программ системы дополнительного образования, развития научно-исследовательской и проектной деятельности школы.

Изучение программирования с подкреплением работы на платформе Tinkercad позволяет визуализировать работу программного кода. Таким образом, программирование становится наглядным, а его результат - осязаемым. Это имеет положительное влияние на мотивированность к изучению программирования и его успешность [25].

Использование платформы Tinkercad позволяет знакомиться с нейротехнологиями, не приобретая дорогостоящего оборудования и избегая вопросов приведения его в негодность. Кроме того, на основе платформы Tinkercad возможна реализация подготовки старшеклассников в области нейротехнологий в дистанционном или смешанном режиме обучения, что является актуальным относительно модификаций обучения в свете последних лет.

**Противоречия:** возникает между

необходимостью подготовки школьников в области нейротехнологий недостатком методических и дидактических материалов, позволяющих осуществлять эту подготовку;

широкими возможностями дистанционной платформы Tinkercad и недостаточным количеством методических разработок по ее использованию в системе дополнительного образования.

**Проблема:** состоит в поиске средств и методов обеспечения дистанционной и смешанной подготовки старшеклассников в области нейротехнологий в системе дополнительного образования.

**Цель:** разработать систему дополнительных занятий для подготовки старшеклассников в области нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad.

**Объект:** процесс реализации деятельности по дистанционному обучению нейротехнологиям в учреждениях дополнительного образования.

**Предмет:** содержание и методика подготовки старшеклассников в области нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad.

**Задачи:**

1. Провести обзор современных направлений исследований в области нейротехнологий.
2. Проанализировать особенности дистанционного обучения старшеклассников основам нейротехнологий.
3. Ознакомиться с основными характеристиками системы дополнительного образования.
4. Изучить возможности дистанционной виртуальной платформы Tinkercad.
5. Провести сравнительный анализ платформ Tinkercad и Arduino как необходимого аппаратного и программного обеспечения подготовки старшеклассников в области нейротехнологий.
6. Разработать систему дополнительных занятий для старшеклассников по начальному знакомству с нейротехнологиями и основами работы с платформой Tinkercad.

**Методы исследования:** анализ научно-методической литературы, нормативных документов в области образование, педагогический эксперимент, наблюдение.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемых источников и приложений.

В первой главе «Теоретические основы подготовки старшеклассников в области нейротехнологий в системе дополнительного образования» определяется понятие «нейротехнологии», освещаются основные направления исследований в области нейротехнологий, выделяются особенности дистанционного обучения старшеклассников нейротехнологиям и даются основные характеристики системы дополнительного образования.

Во второй главе «Практические основы подготовки старшеклассников в области нейротехнологий» описывается платформа Tinkercad, представлена система занятий для дистанционного обучения нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad, приводится анализ результатов апробации указанной системы занятий на базе «технологического парка педагогических компетенций Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева» и аргументируется эффективность дистанционного обучения нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad.

## **Глава 1. Теоретические основы подготовки старшеклассников в области нейротехнологий в системе дополнительного образования**

### **1.1. Современные направления исследований в области нейротехнологий**

Нейротехнологии – это одно из самых перспективных направлений современной науки.

Понятие «Нейротехнология» имеет множество определений: «Нейротехнологии - это любые технологии, которые оказывают фундаментальное влияние на то, как люди понимают мозг и различные аспекты сознания, мыслительной деятельности, высших психических функций», «Нейротехнологии - это совокупность современных методов, позволяющих лечить заболевания мозга и расширять его способности», «Нейротехнологии - это совокупность технологий, созданных на основе принципов функционирования нервной системы» и т.д. Так или иначе все определения сводятся к работе нервной системы, в том числе работе головного мозга, и взаимодействию данной системы с окружением из вне. Нейротехнологии являются междисциплинарными и имеют охват различных наук и техник, например: робототехника, технологии искусственного интеллекта, виртуальная реальность и прочее [17].

В России действует национальная программа по поддержке нейротехнологий и, в частности, рынка средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов. Нейротехнологии являются возможности для устранения большинства ограничений, вызванных ампутацией некоторых частей тела. Они способны качественно увеличить возможности эксплуатации головного мозга и повысить взаимодействие между человеком и машиной на принципиально новый уровень.

В технологической эволюции по деятельности направленной на регистрацию мозговой/нейрональной активности выделяют несколько дат:

- 1999 год. Первые записи ЭЭГ (энцефалограмма головного мозга), выполненные психиатром Гансом Бергером. Сейчас ЭЭГ проводится путем укрепления по кругу головы ряда электродов, воспринимающих электрические импульсы. Широкое применение данный метод нашел, при активации на человеке погруженном в сон, поскольку наблюдаются типичные волновые формирования, зависящие от разных стадий сна. Этот способ обладает ключевым значением в познании того, каким образом восстанавливается при отдыхе человеческий мозг. В медицинских целях ЭЭГ применяется для исследования эпилепсии, а также критического нарушения кровообеспечения главного органа и новообразований в мозге [18];

- 1968 год. Физик Дэвид Коэн впервые опубликовал результаты магнитоэнцефалографии;

- 1992 год. Применение ФМРТ (функциональная магнитно-резонансная томография) для визуализации нейронной активности мозга. Такая томография устанавливает подчиненность активизации мозговых отделов от увеличения степени присутствия кислорода. Разработка позволяет сформировать расположение ассоциативного взаимодействия среди всех полушарий и структурных элементов содержания человеческого черепа, и кроме того определять новые мозговые отделы и участки;

- 1990 - 2000 года. Широкое распространение протонно-эмиссионной томографии для нейровизуализации;

- 2008 - 2020 года. Использование томографов нового класса для повышения пространственного разрешения структур мозга;

- 2010 - 2050 года. Развитие методов регистрации активности нейронов на клеточном уровне с применением технологии «neural dust» [8].

На данный момент нейротехнологии направлены на глобальную проблему - устранение дефицита нейроресурсов не только больного, но и здорового человека, а также их увеличение у здоровых людей. В настоящее время,

существенен вопрос решения дефицита ресурсов мозга человека, которых не хватает из-за ряда факторов: повышение объема нервно-эмоциональных компонентов в повседневной жизни человека, увеличение среднестатистического возраста человека, постоянный рост информационного потока, ухудшение санитарно-гигиенических условий обитания, рост риска нейродегенеративных и других нарушений деятельности человеческого мозга. В связи с этим нейронаука является одним из самых перспективных направлений современной науки. Они охватывают исследования в области нейронной организации мозга и связанного с ней поведения и психических функций. На основе функционирования нервной системы создается совокупность технологий - нейротехнологии.

Наиболее перспективными областями развития нейротехнологий выделяют следующее:

- *Нейромедтехника.* Если говорить об этой сфере, то стоит говорить о современных подходах и способах диагностирования заболеваний/отклонений, методах их выявления и коррекции, создании более совершенной техники и технологий, способах обработки полученных результатов. Нейромедтехника это про связь человеческого мозга с IT-технологиями и искусственным интеллектом. Сейчас это наиболее развитый сегмент рынка нейротехнологий. Производят биопротезы конечностей, управление которыми основывается на интерфейсе «мозг-компьютер», экзоскелеты (внешний каркас, предназначенный на восполнение утраченных функций, например: хождение, увеличение мышечной силы и увеличение амплитуды движений), кохлеарные импланты (медицинские приборы, призванные компенсировать потерю слуха, путем воздействия на слуховой нерв). В скором времени на большое распространение планируется вывести нейроинтерфейсы для больных, встроенные в экзоскелеты, протезы, инвалидные коляски, умные дома, а также нейропротезы органов чувств;

- *Нейрофармакология.* В данной сфере происходит развитие клеточной и генной терапии, развитие ранней индивидуальной диагностики, лечение и предупреждение нейродегенеративных заболеваний, по типу старческого слабоумия, болезни Альцгеймера и пр.. Помимо этого происходит развитие способов улучшения умственных способностей у здоровых людей;

- *Нейрообразование.* Развитие и внедрение в образовательный процесс нейроинтерфейсов (системы для обмена информации между мозгом человека и электронным устройством), технологий виртуальной и дополненной реальности. Разработка образовательных программ и устройств, создание устройств для усиления памяти и анализа использования ресурсов мозга [23, 30];

- *Нейроразвлечения и спорт.* Представлена данная область огромным рынком игр, в которые активно внедряются нейрогаджеты. Развитие брейн-фитнеса или майнд-фитнеса, который представляет собой комплекс упражнений, направленных на улучшение когнитивных способностей человека. Как источники таких упражнений выступают игры-головоломки, математические примеры, тесты и другие геймифицированные задачи, некоторые усложненные подходы основаны на технологиях обратной биосвязи. Весьма популярна нейрогимнастика, которая представляет собой упражнения, основанные на движении тела. Популярность брейн-фитнеса обусловлена запросом современного мира на многозадачных личностей. Также данная сфера нацелена на осуществление контроля над возможно опасными, негативными и неэффективными психоэмоциональными состояниями, однако для этого необходима совместная работа когнитивистов (специалистов, изучающих устройство мыслительных процессов человека), психологов и нейрочёных;

- *Нейромаркетинг.* Область знаний о реакциях человеческого мозга на рекламу. При исследовании отслеживают физические и нейронные сигналы (движения глаз, реакции мозга и пр.). Данная сфера представлена развитием методов поведения покупателей, возможных способов воздействия на него, а

также ответных реакций на данное воздействие при использовании нейротехнологий, прогнозирование поведения на основе нейрометрических и биометрических данных;

- *Нейроассистенты. Искусственный интеллект.* Деятельность в этой сфере нейротехнологий заключается в развитии технологии понимания естественного языка, разработка машинного обучения (создание алгоритмов распознавания речи, компьютерного зрения и обработки естественного языка), создании персональных электронных ассистентов (приложения или web-сервисов, которые будут выполнять роль виртуального секретаря) и гибридного человеко-машинного интеллекта [11].

В России существует «Нейронет» - рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов. Нейронет - перспективный рынок будущего, развитием которого занимается «Национальная технологическая инициатива».

Ключевые сегменты рынка «Нейронет»:

- *Нейроассистенты.* Развитие технологии понимания естественного языка, глубокого машинного обучения, персональных электронных ассистентов.

- *Нейрообразование.* Развитие нейроинтерфейсов и технологий виртуальной и дополненной реальности в обучении; образовательные программы и устройства по нейротехнологиям, устройства для усиления памяти и анализа использования ресурсов мозга.

- *Нейромедтехника.* Развитие нейропротезирования органов чувств; разработка технических средств реабилитации для инвалидов с применением нейротехнологий; средств роботерапии с биологической обратной связью; мультимодальных, интерактивных, адаптивных нейроинтерфейсов для массового потребителя с увеличением объема передаваемой информации.

- *Нейроразвлечения и спорт.* Развитие брейнфитнеса, игр с использованием нейрогаджетов, нейроразвивающих игр.

- *Нейро-коммуникации и маркетинг.* Развитие технологий нейромаркетинга, прогнозирование массовых и индивидуальных поведенческих эффектов на основе нейро- и биометрических данных; системы поддержки принятия решений; технологии выявления ближайших эмоционально окрашенных локаций для формирования ресурсных состояний; технологии оптимизации процессов организма во время коллективной деятельности.

- *Нейрофарма.* Развитие генной и клеточной терапии и коррекции; ранняя диагностика, лечение и предотвращения нейродегенеративных заболеваний; усиление когнитивных способностей здоровых людей [10].

Можем увидеть, что современный Российский рынок охватывает все направления развития нейротехнологий. Цель данного рынка направлена на решение глобальных проблем восполнения нейро ресурсов, старения населения и т. д.

На данный момент можно найти несколько активных проектов «Нейронета»:

- *НейроИнтеллект iPavlov.* Система разговорного искусственного интеллекта, способную заменить оператора Call-центра, с открытой библиотекой данных.

- *НейроУхо.* Распознавание звуковых событий и сцен (речь или звуки чрезвычайных ситуаций), расшифровка «речевого коктейля» — сильно зашумленных аудиосигналов, записанных в условиях наложения голосов. В основу проекта легли технологии машинного слуха.

- *CoBrain-АНАЛИТИКА.* Механизм повышения качества диагностики, платформа для реализации национальной медицинской базы знаний для научных изысканий, обучения, повышения квалификации.

- *Ассистивные технологии с нейроуправлением.* Новое поколение ассистивных устройств и технических средств реабилитации с применением нейротехнологий для улучшения эффективности лечения и реабилитации в целях улучшения качества жизни лиц с ОВЗ.

- *Нейробарометр*. Программно-аппаратный комплекс прогнозирования потребительского поведения на основе нейрокогнитивных измерений, объединяющего решения для окулографии, ЭЭГ (электроэнцефалограммы), электродермальной активности, ЭКГ (электрокардиограммы), плетизмограммы и оценки невербальных мимических проявлений, с возможностью автоматического расчета интегральных метрик.

- *Спинальный нейропротез*. Нейропротез, обеспечивающий восстановление ходьбы и движения верхних конечностей у пациентов, перенесших инсульт. При этом движение пациента и удержание вертикальной позы будет обеспечено не усилиями, создаваемыми двигателями, а мышечной силой пациента, увеличенной многоуровневой стимуляцией спинного мозга.

- *Безопасность на дороге (система поддержания работоспособности водителя)*. Система непрерывного поддержания работоспособности водителя на заданном уровне для предотвращения перехода в опасные состояния преддремотной релаксации и сна.

- *EXOATLET BAMBINI*. Высокотехнологичный способ нейрореабилитации с применением экзоскелета EchoAtlet Bambini для пациентов малого роста, в том числе детей и подростков. Использование экзоскелета EchoAtlet Bambini врачами в лечебных учреждениях позволит сократить дефицит высокотехнологичной медицинской помощи при одновременном сокращении затрат на пребывание пациента в стационаре лечебного учреждения благодаря ускорению процесса реабилитации.

- *Virry Lifestyle*. Платформа, нацеленная на предоставление инструментов для долгосрочной актуализации внутренних ресурсов человека и психопрофилактики с помощью иммерсивных технологий, дикой природы и интерактивного контента, созданного в соавторстве с ведущими психологами мира, а также кастомизированная система отслеживания эмоционального состояния.

- *SOVA*. Программно-аппаратная платформа для создания голосовых и текстовых умных ассистентов с открытым кодом SOVA.AI

- *Нейроконструктор «Юный нейромоделист*. Специальный конструктор для школьников, погружающий их в науку нейромоделирования с возможностью сборки приборов, основанных на принципах нейрорегуляции.

- *НейроЧат*. Социальная сеть на основе интерфейсов мозг-компьютер для людей с тяжелыми нарушениями речи и опорно-двигательного аппарата.

Нейротехнологии - достаточно новая область, однако выделяются некоторые тренды:

- Каплан А., профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, говорил о возможности разработки нейрочата - такого устройства, позволяющего полностью парализованным и не способным говорить людям стать состоятельным членом социума: иметь возможность общаться по интернету и устроиться на работу;

- Ключкарев В., руководитель департамента психологии НИУ Высшей школы экономики, ведущий сотрудник Центра нейроэкономики и когнитивных исследований, предполагает, что в ближайшее время сделают акцент на создании инвазивных интерфейсов - плат, вживляемых в мозг человека. В первую очередь, данная технология нацелена на терапию различных заболеваний, однако ее же можно адаптировать для использования в виртуальных играх;

- Зубченко В., руководитель проектов по разработкам мобильных интерфейсов «мозг-компьютер» Санкт-Петербургского политехнического университета, член Экспертного Совета РФ «НейроНет», генеральный директор и основатель научно-исследовательского центра NeuroTech, и Плетенец А., заместитель генерального директора Центра дополнительного образования Фонда развития Физтех-школ, делают акцент на будущее изменение online-общения. Например, передача через нейроинтерфейсы эмоций, а не смайликов. Также улучшение нейроассистентов [11].

## **1.2. Особенности дистанционного обучения старшекласников основам нейротехнологий**

Обучение, согласно ст. 2 ФЗ «Об образовании в РФ», обучение - это целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию у обучающихся мотивации получения образования в течение всей жизни; а образование - единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов [21]. В этом отношении незаменимую роль имеет дистанционное обучение (ДО) и электронное обучение (ЭО). Согласно ст. 16 ФЗ «Об образовании в РФ», «под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников» [22]. Для того, чтобы реализация электронного

обучения была возможной, ставится в необходимость создание виртуальной среды электронного обучения, что есть платформа электронного обучения, обеспечивающая достижение полного объема целей участников образовательного процесса [14].

Дистанционное же образование, в некоторых случаях, можно определить следующими пунктами:

- наличие обучающего и обучаемого и, как минимум, существование определенной договоренности между ними;
- разделенность обучающего и обучаемого относительно пространства;
- разделенность относительно пространства обучаемого и учебного заведения;
- двунаправленность процесса взаимодействия обучаемого и обучающего;
- подбор материалов, адаптированных для дистанционного изучения.

По итогу, дистанционное образование возможно определить процессом передачи знаний (ответственность за который, возлагается на преподавателя и школу), а дистанционное обучение – процессом получения знаний (за него ответственность падает на ученика) [34]. По способу подачи и получения учебной информации выделяют: синхронные учебные системы и асинхронные системы.

Синхронные системы подразумевают единовременное участие в ходе учебных занятий обучаемых и преподавателя. Online-трансляции лекционных занятий проходят в строго фиксированное время; тесты могут проводиться только в назначенное время, и студенты решают их параллельно. Задания учениками делаются непосредственно на семинарах, обучающиеся делятся своими решениями, отправляя их в групповой чат, при помощи демонстрации экрана или используя виртуальную доску.

В синхронном обучении выделяют ряд преимуществ:

- обеспечение непрерывной обратной связи, которую обучающиеся могут получить сразу от преподавателя;
- проведение групповых занятий в режиме реального времени, что позволяет обсудить спорные и затруднительные моменты с другими обучающимися;
- более высокий уровень концентрации внимания, поскольку преподаватель может в ходе трансляции обращаться к определенному обучающемуся с вопросом или проводить опросы.

Системы асинхронного формата не требуют одновременного участия в процессе обучающихся и преподавателя. Учебный материал дается в форматах записанной видео-лекции, презентации, конспекта и прочее. Обучающийся самостоятельно планирует ход своего занятия и его время [2].

Однако, самой оптимальной системой считается смешанная, которая использует элементы как синхронной, так и асинхронной систем. В процессе обучения по данной системе чаще всего происходит самостоятельное изучение подготовленного теоретического материала обучающимися, а на online-консультациях обсуждаются возникшие вопросы или недопонимания материала.

Говоря про преимущества и недостатки дистанционного обучения в целом, выделяют следующие положительные моменты:

- возможность доступа к учебным материалам через сеть Интернет из любой точки страны;
- гибкость расписания учебного процесса;
- сокращение трат на проезд до и с места обучения;
- оптимизация учебных материалов,

и негативные:

- отсутствие рядом человека, способного дать эмоциональную окраску знаниям;

- необходимость в персональном компьютере или другого средства для возможности выхода в сеть Интернет;
- затруднение в оценивании работы, так как остается проблема в установлении личности, выполнившего задание;
- для успешности дистанционного обучения необходима хорошо развитая самодисциплина [28].

Для дистанционного обучения характерны определенные цели, функции, принципы. Данный вид обучения должен обеспечивать максимальную интерактивность образовательного процесса, под которой предполагается взаимодействие между обучающимся и преподавателем, обратная связь между обучающимся и учебными материалами. Хотя зачастую планируемые результаты и содержание обучения в дистанционной форме совпадают с таковыми в очной форме, обучение в дистанционной форме имеет свои особенности, включая, например, формы подачи материала. Достижение целей дистанционного обучения необходимо осуществлять в соответствии с общими принципами педагогики, в целом, и с принципами дистанционного обучения, в частности. Таким образом дистанционное обучение должно соответствовать целой системе принципов, суть которых приведена в таблице 1.

*Таблица 1 - Принципы дистанционного обучения*

<b>Принцип</b>	<b>Суть принципа</b>
1	2
Интерактивности	Интерактивное взаимодействие между всеми его участниками
Открытости	Любой желающий должен иметь доступ к получению дистанционного обучения

1	2
Гибкости	Ход учебного процесса можно приспособлять к индивидуальным особенностям обучаемого, выстраивая индивидуальную образовательную траекторию и давая возможность обучаться в удобное время
Адаптивности	Обеспечивается благодаря использованию современных информационных и телекоммуникационных технологий, которые позволяют адаптировать дистанционный учебный процесс к особенностям обучающихся
Передаваемости	Заключается в возможности передачи образовательных текстов, аудио- и видеозаписей, телевизионных и компьютерных программ учебного назначения по всему миру
	Дистанционное обучение расширяет доступ к получению образования для людей, которые по разным причинам не могут получить очное образование
Идентификации	Идентификация обучающихся – часть общих мероприятий по безопасности. Каждый пользователь дистанционного курса имеет свой логин и пароль для доступа к обучению на курсе. Также осуществляется идентификация личности ученика с помощью видеоконференцсвязи
Индивидуализации	Обучаться на курсе дистанционного обучения можно в соответствии с индивидуальным темпом и индивидуальной образовательной траекторией
Регламентности обучения	Дистанционное обучение должно быть подчинено определенным временным регламентам, например, устанавливается последний срок сдачи обучаемыми тестов, контрольных заданий и т.д.

1	2
Педагогической целесообразности применения средств новых информационных технологий.	Применяемые в процессе дистанционного обучения средства информационных и коммуникационных технологий должны соответствовать целям обучения, способствовать наиболее эффективному их достижению.

Дистанционное обучение, осуществляемое с помощью компьютерных телекоммуникаций, имеет следующие формы занятий:

- *Чат-занятия* проводятся синхронно с использованием чат-технологий;
- *Веб-занятия* включают дистанционные уроки, конференции, семинары и другие формы учебных занятий, проводимых с помощью средств телекоммуникаций и сети Интернет;
- *Веб-форумы* могут использоваться для работы над определенной темой или проблемой;
- *Телеконференция* – проводятся на основе списков рассылки с использованием электронной почты для достижения определенных образовательных задач.

Методы дистанционного обучения определяются в зависимости от типа коммуникации между преподавателями и обучающимися следующим образом:

- Самообучение является методом, при котором обучаемый взаимодействует с учебными ресурсами, не требуя большого участия преподавателей.
- Индивидуализированное обучение «один к одному» осуществляется при помощи технологий, таких как телефон, факс, электронная почта, голосовая почта или система Скайп.

- При методе обучения «один к многим» преподаватель представляет учебный материал без участия обучающихся. Электронные лекции и учебные материалы могут дополнять этот метод.

- Метод «многие к многим» предполагает активное взаимодействие между всеми участниками учебного процесса через исследовательские и проблемные методы обучения. В этом случае роль преподавателя заключается в создании благоприятной среды для сотрудничества между обучаемыми.

- Обучение по методу проектов предусматривает комплексный процесс, который позволяет обучаемому развивать самостоятельность в организации и контроле своей учебной деятельности, а также создавать продукты или явления. Основой этого метода является развитие творческих и познавательных интересов и умений формировать свои знания.

- Метод проблемного обучения базируется на решении сложных задач, которые представляют практический или теоретический интерес. В процессе этого метода обучающиеся фокусируют свое внимание на важных проблемах, что стимулирует познавательную активность, развивает умения и навыки. Роль преподавателя состоит в наблюдении и поддержке.

- Исследовательский метод обучения характеризуется четким определением целей, структурированием, широким использованием методов исследования, а также научными методами обработки и оформления результатов [20].

Таким образом, очевидным становится, что дистанционное обучение в области нейротехнологий будет рационально организовать в смешанной форме, так как присутствует необходимость работы с сенсорами для считывания сигналов тела. Однако написание плагинов, симулирующих работу указанных сенсоров, позволяет перейти к дистанционному обучению без необходимости очных занятий. Переход к дистанционному обучению нейротехнологиям позволяет избежать необходимости покупки дорогостоящего оборудования и проблемы нехватки подготовленных кадров. Но тем не менее, ручная сборка схем лучше, чем виртуальная, что является минусом дистанционного обучения

в данной области, так как в таком случае чаще обучающиеся перестают наперед анализировать работу схемы и могут посмотреть уже постфактум, не опасаясь порчи оборудования.

### **1.3. Основные характеристики системы дополнительного образования**

Из закона «Об образовании в Российской Федерации» дополнительное образование - вид образования, который направлен на всестороннее удовлетворение образовательных потребностей человека в интеллектуальном, духовно-нравственном, физическом и (или) профессиональном совершенствовании и не сопровождается повышением уровня образования [21].

В том же законе в статье 75 говорится о том, что дополнительное образование детей и взрослых нацелено на развитие творческих способностей, удовлетворение интеллектуальных, нравственных и физических потребностей, создание культуры здорового и безопасного образа жизни, укрепление здоровья и организацию их досуга. Для детей, дополнительное образование помогает при адаптации в обществе, профессиональной ориентации и обнаружении детей с неординарными способностями. При создании дополнительных общеобразовательных программ для детей, нужно учитывать их возраст и индивидуальные особенности.

Дополнительное образование является уникальным уровнем системы образования, который осуществляется на основе свободного выбора обучающихся. Оно позволяет им удовлетворять свои потребности в разных сферах жизни, реализовывать свои таланты, исследовать мир и его процессы более полно. Система дополнительного образования создает единое обучающее пространство, которое формирует у обучающихся целостное представление о мире и обеспечивает гармоничное развитие личности с необходимыми качествами для ее продуктивной жизни. Дополнительное образование предназначено для саморазвития и самосовершенствования личности, позволяя усваивать жизненные ценности и применять их на практике в полной и

гармоничной форме. Обучающиеся развиваются разносторонне и могут самостоятельно выбрать свой путь развития и профессиональной деятельности. Дополнительное образование дает возможность формирования жизненных планов и развития навыков реализации деятельности в различных направлениях, используя множество способов.

Дополнительное образование выполняет несколько функций, среди которых:

- обеспечение непрерывности образовательной системы, являясь фундаментом для всех ее уровней;
- способствование освоению знаний и навыков, необходимых для деятельности в обществе, а также пониманию сути мира;
- развитие основных ценностных ориентаций обучающихся;
- формирование и развитие личности;
- создание благоприятной психологической среды для детей и способствование развитию положительных коммуникаций;
- источник культурного и досугового развития;
- профилактика асоциального и противоправного поведения, позволяя расслабиться и отвлечься в полезной форме.

Система дополнительного образования выделяется своей ориентацией на саморазвитие, самоактуализацию и самореализацию личности. Она предоставляет возможность людям раскрыть свой потенциал и стать теми, кем они должны быть в жизни. При этом, существует несколько характеристик, которые являются специфическими для дополнительного образования. Например, оно ориентировано на личностную самореализацию и самоутверждение, педагогическая работа направлена на самоопределение и самореализацию обучающихся. Дополнительное образование предоставляет выбор педагога, программы обучения, содержания и методик, а также наделено компетентными педагогами, которые помогают в развитии индивидуальности и самоопределения. Творческая атмосфера и возможность развития креативного

мышления также неразрывно связаны с системой дополнительного образования. Наконец, гибкость системы дополнительного образования позволяет быстро адаптироваться к изменяющимся потребностям обучающихся.

Система дополнительного образования базируется на общих педагогических принципах, но помимо этого имеет и свои особенные фундаментальные положения. Некоторые из принципов организации системы дополнительного образования представлены демократией, культуросообразностью, ответственностью, гуманизмом, продуктивностью и педагогической помощью.

- Демократия предоставляет возможность выбора консолидации прохождения занятий заведения образования, направления и области педагогической деятельности.

- Принцип культуросообразности включает знакомство с культурными ценностями, их принятие и погружение в культурное наследие.

- Принцип ответственности подразумевает ответственность за свои действия и поступки, выбор своей жизненной позиции и исполнении определенных ролей.

- Принцип гуманизма включает в себя создание творческой атмосферы и комфортного психологического климата.

- Принцип продуктивности направлен на достижение целевого назначения дополнительного образования и изменение социума в лучшую сторону.

- Принцип педагогической помощи заключается в оказании помощи ребенку в его саморазвитии, самосовершенствовании и реализации талантов [15].

Приоритетными целями дополнительного образования, по мнению Е.Б. Евладовой, Л.Г. Логиновой, Н.Н. Михайловой, являются:

1. Свободный выбор ребенком видов и сфер деятельности;

2. Ориентация на личностные интересы, потребности, способности ребенка;
3. Возможность свободного самоопределения и самореализации ребенка;
4. Единство обучения, воспитания и развития;
5. Практико-деятельностная основа образовательного процесса.

Система современного дополнительного образования детей в России включает несколько компонентов, таких как ребенок в качестве субъекта образования, педагоги, занимающиеся дополнительным образованием, различные образовательные программы, представленные на разных уровнях и с разной направленностью, учреждения дополнительного образования детей, а также общественные объединения, которые занимаются реализацией дополнительных образовательных программ. Кроме того, важную роль играет семья и органы управления дополнительным образованием [5].

В наши дни образование становится важным фактором развития общества. Развитие информационного общества подразумевает рост потребности каждого человека в постоянном обновлении знаний, повышении квалификации и освоении новых видов деятельности. Эти факторы требуют пересмотра парадигмы образования [19].

Стоит отметить, что государство на данный момент активно поддерживает развитие системы дополнительного образования. Если рассматривать Красноярский край, то у нас реализуются следующие проекты дополнительного образования: «НАВИГАТОР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ», реализованный на технологиях inlearno, который помогает подобрать родителям и детям вид дополнительного образования [9]; «РЕГИОНАЛЬНЫЙ МОДЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ», где удобно ознакомиться с персонифицированным финансированием дополнительного образования, что по факту является это новой схемой финансирования дополнительного образования. Данная система призвана

предоставить детям возможность используя бюджетные средства обучаться бесплатно в любой организации в том числе и частной.

Персонифицированное финансирование предполагает определение и закрепление за ребенком денежных средств в объеме необходимом и достаточном для оплаты выбранного им или его родителями дополнительного образования с последующей передачей средств в организацию дополнительного образования или индивидуальному предпринимателю [16].

Система дополнительного образования востребована и активно развивается. На данный момент в Красноярском крае функционируют несколько программ дополнительного образования по нейромоделированию, осуществляющих свою деятельность на основе конструктора Arduino UNO и все показывают высокий уровень увлеченности детей данными занятиями [3].

Например, в Красноярском крае функционирует программа «Юный инженер - нейротехнолог».

Содержание данной программы:

#### 1. Активность мышц и электромиография.

Некоторые общие данные о строении организма. Основы работы с цифровой лабораторией BiTronics Studio 5.1.10. Сокращение мышечных волокон и сигнал ЭМГ. Изучение усталости мышц с помощью электромиографии. Электромиография артикуляционных мышц и устройства безмолвного доступа.

#### 2. Сердце и электрокардиография.

Все о сердце. Сокращения сердца и их отражение в ЭКГ. Влияние дыхания на нерегулярность сердечного ритма. Электрокардиография и физическая нагрузка. Оценка работы вегетативной нервной системы по ЭКГ .

#### 3. Пульсовые колебания и фотоплетизмография.

Все о пульсе. Способы подсчета частоты пульса. Пульсовая волна и сигнал ФПГ. Определение средней скорости распространения пульсовой волны.

#### 4. Активность мозга и электроэнцефалография.

Все о мозге. Ритмы мозга и спектральный анализ ЭЭГ. Артефакты от сокращения мышц в ЭЭГ. Исследование альфа и бета ритмов электроэнцефалограммы. Кожно-гальваническая реакция и эмоциональное напряжение. Динамика кожно-гальванической реакции. Влажность кожных покровов и кожно-гальваническая реакция.

#### 5. Кожно-гальваническая реакция и автономная нервная система.

#### 6. Дыхание и движение грудной клетки.

Все о дыхании. Разные виды дыхания и регистрация дыхательных движений. Определение частоты дыхания и физическая нагрузка.

Стоит отметить, что курируют данную программу два преподавателя один из которых учитель биологии высшей квалификационной категории, а второй учитель физики, информатики первой квалификационной категории. Что объяснимо тем, что обучающиеся, во-первых, углубляются в некоторые физиологические процессы, такие как работа сердца или дыхания, а, во-вторых, обучающимся необходимо собирать электрические цепи и писать программный код для собранных цепей.

Целью данной программы выделяют формирование у обучающихся устойчивых знаний, умений и навыков по современным биологическим, физическим, медицинским и инженерным технологиям в области нейротехнологии, нейрофизиологии и нейроуправления.

Однако в ходе анализа данной программы нет возможности отследить каким образом для обучающихся разводятся и определяются понятия нейротехнологии, нейрофизиологии и нейроуправления. Что можно выделить

минусом данной программы, так как для успешного освоения той или иной области науки необходимо понимать где и с чем граничит данная область.

Данная программа реализуется на базе проекта «Точка роста» в городе Ужур и рассчитана на детей в возрасте от 14 лет до 18. Форма проведения: очная. Рабочая группа: 25 человек [26].

Или есть программа «Неротехнологии и нейроуправление», реализуемая в рамках проекта «Школьный кванториум» города Ульяновск.

Содержание программы:

Модуль 1. Введение в нейрофизиологию (64 часа) - 1 полугодие.

1. Знакомство группы (2 часа).
2. Нервная система человека (8 часов).
3. Психические состояния человека, регуляция психических состояний (6 часов).
4. Рефлексы. Рефлекторная дуга (6 часов).
5. Высшая нервная деятельность и ее типы (8 часов).
6. Отделы головного мозга. Мозжечок (8 часов).
7. Отделы головного мозга. Средний мозг (8 часов).
8. Отделы головного мозга. Промежуточный мозг (6 часов).
9. Отделы головного мозга. Конечный мозг (4 часа).
10. Отделы головного мозга. Лимбическая система и ретикулярная формация (8 часов).

Модуль 2. Основы нейроуправления (80 часов) - 2 полугодие

1. Отделы головного мозга. Функциональная асимметрия полушарий. (8 часов).
2. Двигательные и интегративные функции нервной системы (10 часов).
3. Биометрия (10 часов).

4. Электроэнцефалография (8 часов).
5. Биологическая обратная связь и мозг-компьютерные интерфейсы (8 часов).
6. Регистрация и запись состояний головного мозга (8 часов).
7. Управление виртуальным объектом (10 часов).
8. Управление физическим объектом (16 часов).

Программа рассчитана на возрастную группу от 14 до 15 лет. Рабочая группа: до 15 человек. Целью данной программы выделяют: формирование у обучающихся устойчивых знаний, умений и навыков по современным биологическим, медицинским и инженерным технологиям в области нейробиологии, нейрофизиологии и нейроуправления [12].

Как видно из представленных программ, обучение нейротехнологиям активно используется для установления межпредметных связей между биологией, физикой и информатикой, а также как профориентационную деятельность.

Таким образом, знакомство старшеклассников в рамках дополнительного образования с нейротехнологиями может иметь как профориентационное воздействие, так и мотивирующее к изучению программирования в рамках школьного курса информатики. Оптимальным вариантом построения курса будет являться смешанная система (синхронный и асинхронный) дистанционного обучения, где обучающиеся самостоятельно смогут изучить необходимый теоретический материал, а на online-консультациях, либо очных семинарах разобрать вопросы и возникшие трудности в изучении теории.

## Выводы по первой главе

Таким образом нейротехнологии в современном мире имеют значимое место на рынке и в науке. Нейротехнологии развиваются в различных направлениях: нейромедтехника, нейрофармакология, нейрообразование, нейроразвлечения и спорт, нейромаркетинг, нейроассистенты и искусственный интеллект. И это еще не все направления в которых нейротехнологии развиваются, а только самые перспективные на данный момент по мнению экспертов. Многие деятели этой сферы уже прогнозируют, что нейротехнологии займут весомое место в повседневной жизни людей и мы уже можем наблюдать данную тенденцию. В связи с этим, очевидно, что данная сфера требует новых специалистов, а значит существует необходимость знакомства школьников с данной сферой.

В Российской Федерации, в целом, и в Красноярском крае, в частности, реализуются программы дополнительного образования по направлению «Нейротехнологии» на базе программ «Точка роста», «Школьный кванториум» и не только. Однако все обозреваемые программы практикуют очные формы занятий с использованием конструктора, а это означает ограниченность в количестве обучающихся по данным программам, так как число конструкторов на базе одной площадки ограничено, а также не все могут посещать некоторые занятия, например, из-за отдаленного места жительства. А потому встает вопрос создания курса по изучению нейротехнологий, во-первых, без приобретения дорогостоящего оборудования, во-вторых, возможностью его реализации в дистанционной форме.

Один из возможных вариантов - это дистанционное обучение нейротехнологиям с использованием виртуальной платформы *Tinkercad*. Для успешной реализации подобной системы занятий необходимо следовать основным принципам дистанционного обучения. На данный момент нет реализуемой программы дистанционного обучения нейротехнологий для

школьников, потому сложно спрогнозировать особые требования к дистанционному обучению именно нейротехнологиям.

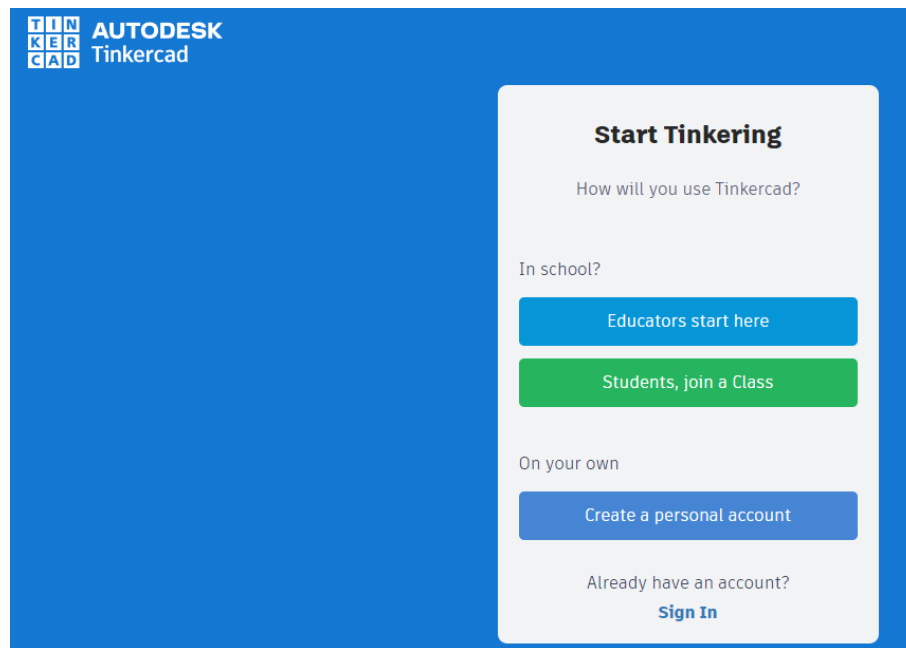
## **Глава 2. Практические основы подготовки старшеклассников в области нейротехнологий**

### **2.1 Серия дополнительных занятий для подготовки старшеклассников в области нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad**

Рынок нейротехнологий находится в процессе активного развития и нуждается в специалистах. Это уже демонстрирует необходимость знакомства старшеклассников с данной областью. В настоящее время в Красноярском крае реализуются ряд программ в системе дополнительного образования на основе платформы Arduino, однако массовость таких курсов мала из-за необходимости приобретения непосредственно конструктора Arduino. Данная проблема может быть нивелирована адаптированием подобных курсов под виртуальную платформу Tinkercad.

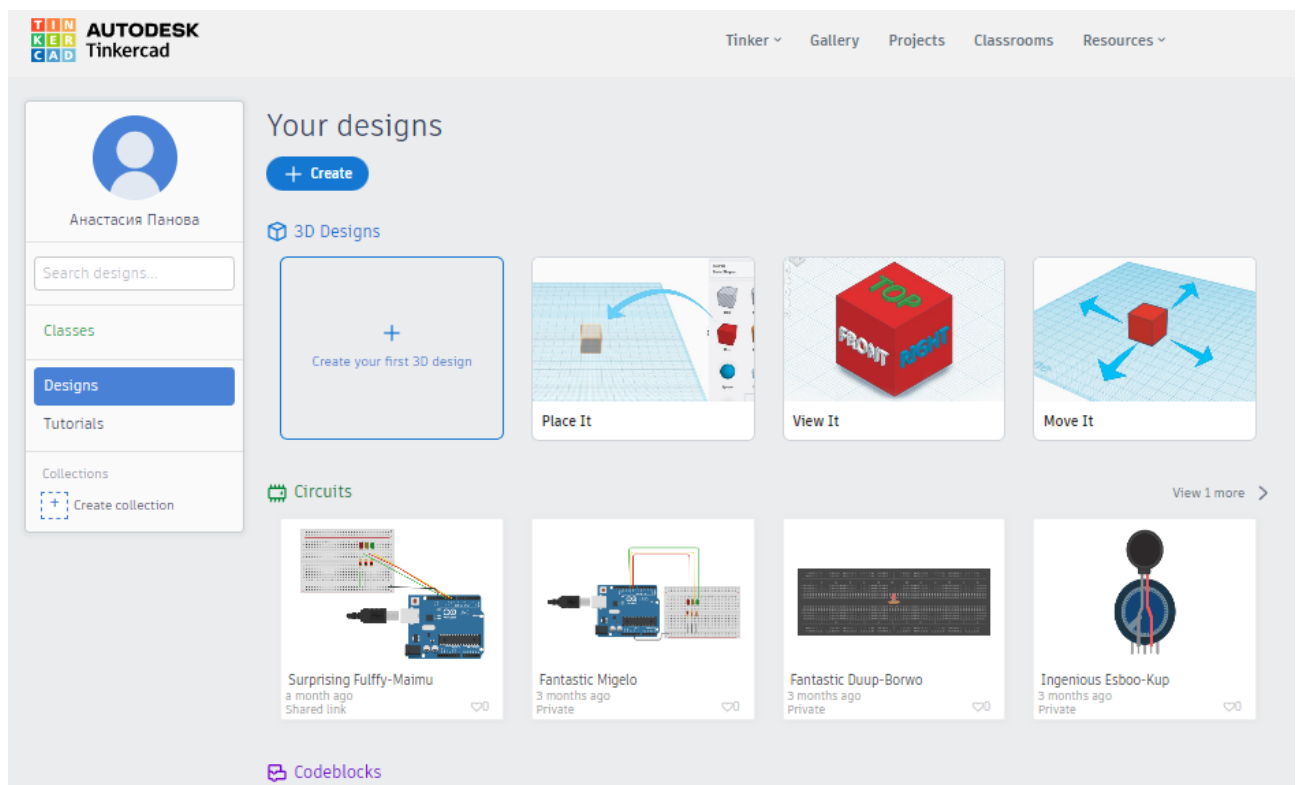
Во-первых, данная платформа абсолютно бесплатна; во-вторых, платформа Tinkercad позволяет сделать курс дистанционным или частично дистанционным; в-третьих, устраняется проблема износа или неисправности составляющих конструктора.

Tinkercad позиционируется как бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. Основной интерфейс платформы на английском языке, но он весьма простой и интуитивно понятный, поэтому разобраться с ним не будет проблемой. Также можно использовать встроенные в браузер автоматические переводчики, если того будет требовать ситуация. Tinkercad дает возможность создать несколько типов аккаунтов: для учителя, для ученика, для личного пользования [25, 33].



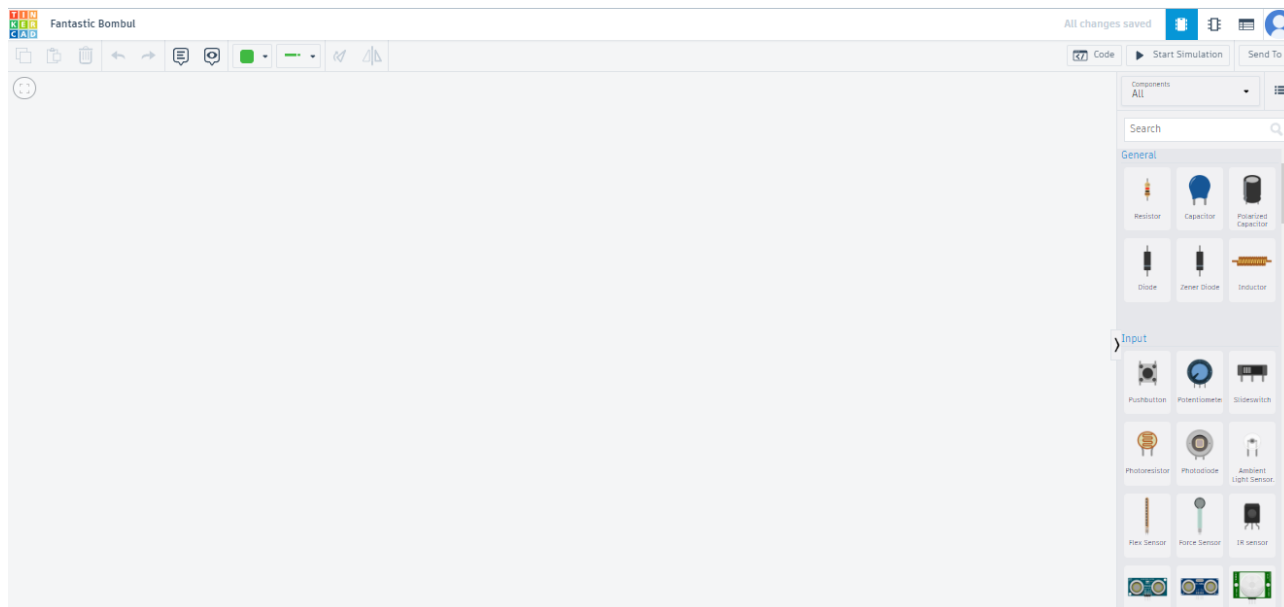
*Рисунок 1 - Страница регистрации в Tinkercad*

В профиле, каждый пользователь может увидеть свои предыдущие проекты (проекты разбиты по группам: цепи, 3D-проекты или же Codeblock-проекты), проекты предлагаемые системой, а также создать новый проект.



*Рисунок 2 - Профиль пользователя в Tinkercad*

Рабочая панель для создания проекта-цепи представлена полем, где собирается сама электрическая цепь, в правой части экрана есть кнопки Code - открывает окно для написания программного кода, при этом есть возможность выбора либо блочного программирования, либо текстового программирования системы Arduino IDE, Start Simulation - включает симуляцию работы цепи.



*Рисунок 3 - Панель создания проекта в Tinkercad*

Конечно, данная платформа не устраняет в полной мере необходимость приобретения конструктора Arduino UNO, однако она позволяет получить первичные представления о нейротехнологиях, о конструкторе, способах работы с ним; в Tinkercad можно приобрести навыки сборки различных электрических цепей. Ниже приведена система занятий для внедрения платформы Tinkercad в курс по изучению нейротехнологий для старшеклассников [4, 27, 24].

Цель: знакомство обучающихся с основами нейротехнологий и нейромоделирования, принципами работы в Tinkercad и ViTronics Studio и углубление знаний обучающихся в биологии, физики и информатики.

Задачи:

1. Дать обучающимся представление о роли нейротехнологий в современном обществе.

2. Ознакомить обучающихся с основами работы в программах Tinkercad и BiTronics Studio.
3. Изучить с обучающимися основы сборки электрических цепей.
4. Сформировать у обучающихся представление о нейромоделировании.
5. Обучить основам нейромоделирования.

Планируемые результаты:

Личностные:

- обучающиеся определяют мотивацию изучения учебного материала;
- у обучающихся формируется целостная научная картина мира;
- обучающиеся понимают и осознают возрастающую роль естественных наук и научных исследований в современном мире, постоянного процесса эволюции научного знания;
- обучающиеся умеют сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с реалиями жизни;
- обучающиеся овладели экосистемной познавательной моделью и её применение в целях прогноза;
- у обучающихся сформированы умения безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений, представления научно обоснованных аргументов своих действий.

Метапредметные:

- обучающиеся имеют навык планирования пути достижения целей;
- обучающиеся способны устанавливать целевые приоритеты, выделять альтернативные способы достижения цели и выбор наиболее эффективного способа;
- обучающиеся умеют самостоятельно контролировать своё время и управлять им;
- обучающиеся умеют принимать решения в проблемной ситуации;

- обучающиеся способны к постановке учебной задачи, составлению плана и последовательности действий;
- обучающиеся имеют навыки поиска информации в сети Интернет, отбора требуемой информации;
- обучающиеся способны на самостоятельное создание алгоритма деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- обучающиеся объясняют явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе исследования;
- обучающиеся выявляют причины и следствия простых явлений.
- обучающиеся способны работать в парах, группах для выполнения поставленной задачи;

#### Предметные результаты.

- обучающийся умеет определять принадлежность биологических объектов к определенной систематической группе;
- обучающийся овладел методами физической и биологической науки: наблюдение и описание объектов и процессов;
- обучающийся соблюдает правила работы с физическими и биологическими приборами и инструментами;
- у обучающихся развиты познавательные мотивы и интересы в области анатомии и физиологии;
- обучающиеся имеют представления о роли нейротехнологий в современном обществе, об основах нейромоделирования;
- обучающиеся умеют собирать электрические цепи и простые нейромодели;
- обучающиеся умеют работать с Tinkercad и BiTronics Studio.

*Таблица 2 - Тематическое планирование системы занятий по изучению нейротехнологий*

<b>№ п/п</b>	<b>Тема</b>	<b>Количество часов</b>
1	Основы работы на платформе Tinkercad. Введение в программирование на Arduino IDE.	2
2	Лабораторная работа 1. Светофор.	1
3	Порядок работы с цифровыми портами.	1
4	Лабораторная работа 2. Фонарик.	1
5	Порядок работы с аналоговыми портами.	2
6	Лабораторная работа 3. Подключение потенциометра.	1
7	Нейротехнологии в современном мире.	2
8	Работа с сенсорами ЭМГ	1
9	Лабораторная работа 4. Сбор схемы с сенсорами ЭМГ.	1
10	Работа с сенсорами ЭКГ	1
11	Работа в программе BiTronics Studio.	1
12	Лабораторная работа 5. Анализ записи сигнала в BiTronics Studio.	1
13	Лабораторная работа 6. Сбор схемы с тактовой кнопкой, для определения скорости реакции человека.	1
14	Работа с сенсорами ФПГ	1
15	Работа с сенсорами КГР	1

В итоге система занятий рассчитана на 18 часов и представлена 15 занятиями: шесть из которых лабораторные работы на платформе Tinkercad или в программе BiTronics Studio.

Содержание занятий:

Занятие 1. Основы работы на платформе Tinkercad. Введение в программирование на Arduino IDE.

Что такое Tinkercad? Как Tinkercad связан с Arduino? С чего начать работу в Tinkercad? Как создать цепь? Программирование в Tinkercad. Функция pinMode(). Функция digitalWrite(). Функции для работы со временем. Переменные и константы. Моделирование работы схемы в Tinkercad. Разбор модели «Светофор».

Основные понятия: Tinkercad, безопасная макетная плата, светодиод, резистор.

Скетч кода «Светофор» представлен на рисунке 4.

```
1  int led_g = 9;
2  int led_y = 10;
3  int led_r = 11;
4
5  void setup ()
6  {
7    pinMode (led_g, OUTPUT);
8    pinMode (led_y, OUTPUT);
9    pinMode (led_r, OUTPUT);
10 }
11
12 void loop ()
13 {
14   digitalWrite (led_g, HIGH);   delay (3000);
15   digitalWrite (led_g, LOW);    delay (1000);
16   digitalWrite (led_y, HIGH);   delay (1000);
17   digitalWrite (led_y, LOW);    delay (1000);
18   digitalWrite (led_r, HIGH);   delay (3000);
19   digitalWrite (led_r, LOW);    delay (1000);
20 }
```

*Рисунок 4 - Скетч кода «Светофор»*

Лабораторная работа 1. Светофор.

На разобранном примере выполнить самостоятельно: Сигнал SOS. Светодиод должен мигнуть три раза с периодом 500 мс, затем три раза с периодом 1000 мс, и, наконец, еще три раза опять быстро — 500 мс. Таким образом, светодиод будет передавать сигнал SOS, который на азбуке Морзе состоит из трёх точек, трех тире и еще трёх точек.

## Занятие 2. Порядок работы с цифровыми портами.

Тактовая кнопка. Подключение тактовой кнопки к цепи в Tinkercad. Функция `digitalRead()`. Работа с монитором порта в Tinkercad. Стабилизация сигнала подтягивающим или стягивающим резистором. Подключение стягивающего резистора в Tinkercad. Управление светодиодом через тактовую кнопку. Дребезг контактов.

Основные понятия: кнопка, подтягивающий и стягивающий резисторы, дребезг контактов.

Скетч программы «замыкание - размыкание цепи» представлен на рисунке 5.

```

1  #define BTN 2
2  #define LED 3
3
4  boolean button = 0;
5  void setup()
6  {
7      Serial.begin(9600);
8      pinMode(LED,OUTPUT);
9      pinMode(BTN,INPUT);
10 }
11
12 void loop()
13 {
14     button = digitalRead(BTN);
15     Serial.println(button);
16     if (button)
17     {
18         digitalWrite(LED,HIGH);
19     }
20     else
21     {
22         digitalWrite(LED,LOW);
23     }
24 }
```

Рисунок 5 - Скетч программы «Замыкание - размыкание цепи»

## Лабораторная работа 2. Фонарик.

Собрать схему со стягивающем резистором и тактовой кнопкой. Написать программу работы фонарика: светодиод должен гореть при нажатии кнопки и гаснуть, когда кнопка находится в выключенном состоянии. Использовать функции, изученные на занятии 2.

## Занятие 3. Порядок работы с аналоговыми портами.

Аналоговый сигнал. Потенциометр. Функция `analogRead()`. Подключение потенциометра в Tinkercad. Последовательный порт. Функции `Serial.begin()` и `Serial.println()`. Пример программы работы потенциометра. Монитор последовательного интерфейса. Код перевода уровней в вольты. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Подключение ШИМ. Функция `analogWrite()`. Функция `map()`.

Основные понятия: аналоговый сигнал, дискретный сигнал, квантованный сигнал, цифровой сигнал, потенциометр, широтно-импульсная модуляция.

Скетч кода подключения ШИМ представлен на рисунке 6.

```

1  #define LED 3
2  #define POT A0
3
4  int value = 0;
5
6  void setup()
7  {
8      pinMode(LED, OUTPUT);
9      Serial.begin(9600);
10 }
11
12 void loop()
13 {
14     value = analogRead(POT);
15     value = map (value, 0, 1023, 0, 255);
16     analogWrite (LED, value);
17     Serial.println (value, 4);
18     delay (10);
19 }
```

Рисунок 6 - Скетч кода подключения ШИМ

### Лабораторная работа 3. Подключение потенциометра.

Собрать предложенную схему с потенциометром и прописать код программы с ШИМ. Визуализировать сигнал с потенциометра через монитор последовательного интерфейса. Найти в сети Интернет, как можно посмотреть результат работы программы через «плоттер по последовательному соединению».

### Занятие 4. Нейротехнологии в современном мире.

Работа в группах по 3-4 человека. Каждая группа должна подготовить и представить остальным сообщение и презентацию на тему, как нейротехнологии развиваются и применяются в одной из предложенных областей: нейромедтехника, нейрофармакология, нейрообразование, нейроразвлечения и спорт, нейромаркетинг, нейроассистенты и искусственный интеллект.

### Занятие 5. Работа с сенсорами ЭМГ.

Строение мышцы. Работа мышц, нервно-мышечный аппарат. Двигательные единицы. Управление мышцей. Электромиография (ЭМГ). Расположение электродов для регистрации ЭМГ. Электромиограмма. Что такое Fritzing? Плагин симулирующий работы сенсоров ЭМГ. Скetch для визуализации ЭМГ на плоттере. Управление светодиодом при помощи сигнала ЭМГ.

Основные понятия: сокращение мышц, двигательная единица,

Скetch кода для управления светодиодом с помощью мышц представлен на рисунке 7.

```
1 #define EMG A0;
2 #define LED 3;
3
4 int value = 0;
5
6 void setup()
7 {
8     Serial.begin(9600);
9     pinMode(LED, OUTPUT);
10 }
11
12 void loop()
13 {
14     value = analogRead(EMG);
15     value = map(value, 0, 1023, 0, 255);
16     Serial.write("A0");
17     Serial.write(value);
18     if (Serial.available()){
19         char input = Serial.read();
20         if (input == 'W'){
21             digitalWrite(LED, HIGH);
22         }
23         if (input == 'S'){
24             digitalWrite(LED, LOW);
25         }
26     }
27     delay(3);
28 }
```

*Рисунок 7 - Скetch кода для управления светодиодом с помощью мышц*

Лабораторная работа 4. Сбор схемы с сенсорами ЭМГ. электромиография.

Собрать схему в Tinkercad для регистрации электрической активности мышцы. Подключить плагин симулирующий сокращение мышцы. Написать программу для визуализации ЭМГ, используя разобранный на лекции скетч.

Занятие 6. Работа с сенсорами ЭКГ.

Строение сердечно-сосудистой системы. Кровообращение. Регуляция активности сердца. Электрокардиография (ЭКГ). Электрокардиограмма.

Основные понятия: сердце, электрокардиография.

Занятие 7. Работа в программе BiTronics Studio.

Программа-визуализатор сигналов BiTronics Studio. Работа программы BiTronics Studio на примере визуализации сигнала ЭМГ. Настройка триггера в BiTronics Studio.

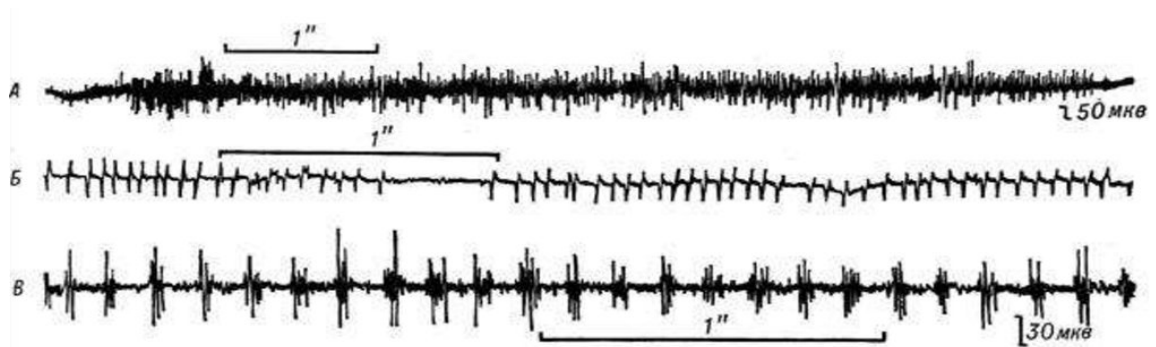
Основные понятия: BiTronics Studio.

Лабораторная работа 5. Анализ записи сигнала в BiTronics Studio.

Загрузить предложенные записи сигналов ЭКГ и ЭМГ в программу-визуализатор сигналов BiTronics Studio. Сделать анализ каждой записи по предложенным на рисунках 8-9 классификациям:



*Рисунок 8 - Классификация ритмов ЭКГ*



- Электромиограмма при сокращении общих разгибателей пальцев:
- А — в норме;
- Б — при тяжелом парезе мышц после полиомиелита;
- В — при паркинсоническом дрожании и ригидном повышении тонуса.

*Рисунок 9 - Классификация ритмов ЭМГ*

Лабораторная работа 6. Сбор схемы с тактовой кнопкой, для определения скорости реакции человека.

Соберите схему с тактовой кнопкой. Напишите программу для фиксирования времени от момента загорания светодиода до момента нажатия на кнопку. Сравните полученное время с нормой реакции человека на зрительный раздражитель.

Занятие 8. Работа с сенсорами ФПГ.

Кровь и ее состав. Кровеносная система человека. Пульсовая волна. Форма пульсовых волн. Свет и его отражение. Фотоплетизмограф. Фотоплетизмограмма (ФПГ). Функции. Объявление функции. Функция с параметром. Схема фотоплетизмографа в Tinkercad. Скетч для визуализации фотоплетизмограммы. Визуализация пульсовой волны в BiTronics Studio.

Основные понятия: кровь, пульсовая волна, фотоплетизмограмма, функции.

Скетч кода для визуализации фотоплетизмограммы представлен на рисунке 10.

```
1 #include <TimerOne.h>
2
3 int val = 0;
4
5 void sendData()
6 {
7     Serial.write("A0");
8     val = analogRead(A0);
9     Serial.write(map(val, 0, 1023, 0, 255));
10 }
11
12 void setup()
13 {
14     Serial.begin(115200);
15     Timer1.initialize(3000);
16     Timer1.attachInterrupt(sendData);
17 }
18
19 void loop()
20 {
21 }
```

*Рисунок 10 - Скetch кода для визуализации фотоплетизмограммы*

## Занятие 9. Работа с сенсорами КГР.

Кожа. Потовые железы. Нервная система. Кожно-гальваническая реакция (КГР). Схема КГР в Tinkercad. Фиксация датчиков КГР. Скetch для визуализации сигналов КГР. Визуализация сигналов КГР в BiTronics Studio. Видео сборки и работы детектора лжи, с использованием конструктора Arduino UNO.

Основные понятия: кожа, апокринные железы, эккринные железы, соматическая нервная система, вегетативная нервная система, кожно-гальваническая реакция.

Скetch для визуализации КГР представлен на рисунке 11.

```

1  #include <TimerOne.h>
2
3  int val = 0;
4
5  void sendData()
6  {
7      Serial.write("A0");
8      val = analogRead(A0);
9      Serial.write(map(val, 0, 1023, 0, 255));
10 }
11
12 void setup()
13 {
14     Serial.begin(115200);
15     Timer1.initialize(30000);
16     Timer1.attachInterrupt(sendData);
17 }
18
19 void loop()
20 {
21 }

```

*Рисунок 11 - скетч кода для визуализации КГР*

Таким образом, разработанная система занятий дает представление об основах нейротехнологий и охватывает несколько тем программирования: линейное программирование, функции и так далее. В ходе занятий обучающиеся поднимут навык сбора электрических цепей. Помимо этого обобщаются и систематизируются знания из разных предметных сфер: физика, биология, информатика. В качестве средств обучения для данной системы занятий необходимы:

- ПК с возможностью выхода в сеть Интернет;
- Программа BiTronics Studio;
- Записи сигналов ЭМГ и ЭКГ.

Важно то, что для успешного освоения данной системы занятий у обучающихся должен быть хороший уровень навыка программирования, иначе до этого необходимо провести несколько занятий по основам алгоритмизации, основам языка программирования С или С++.

## 2.2 Анализ результатов апробации

В рамках предмета «Профильное исследование в области информатики» на базе технопарка универсальных педагогических компетенций Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева (КГПУ им. В. П. Астафьева) была проведена частичная апробация разработанной серии занятий. С группой студентов пятого курса института математики, физики и информатики КГПУ им. В. П. Астафьева в количестве 10 человек были проведены из указанных занятий. На рисунке 12 представлена структура апробированных занятий. Было проведено 6 занятий: 3 теоретических занятия и 3 лабораторных работы. На занятиях студенты проявляли заинтересованность в ходе работы, успешно освоили теоретический материал по работе в Tinkercad: функции `pinMode()`, `digitalWrite()`, `digitalRead()`, `analogRead()`, `Serial.begin()`, `Serial.println()`, `analogWrite()`, `map()`; функции для работы со временем; порядок работы с тактовой кнопкой; стабилизация сигнала подтягивающим или стягивающим резистором; аналоговый сигнал; потенциометр; монитор последовательного интерфейса; широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Помимо этого студенты успешно выполнили 3 лабораторные работы. Трудности вызвала только первая лабораторная работа, когда студенты только осваивали платформу Tinkercad, оставшиеся 2 лабораторные работы затруднений не вызвали.

## ✓ ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПЛАТФОРМОЙ TINKERCAD



Занятие 5. Начало работы с платформой Tinkercad



Лабораторная работа № 5. Светофор



Занятие 6. Порядок работы с цифровыми портами



Лабораторная работа № 6. Фонарик



Занятие 7. Порядок работы с аналоговыми портами



Лабораторная работа 7. Подключение потенциометра

*Рисунок 12 - Структура занятий по работе с Tinkercad на курсе*

В завершении занятий было проведено анкетирование. созданная анкета в Google Form состояла 7 вопросов:

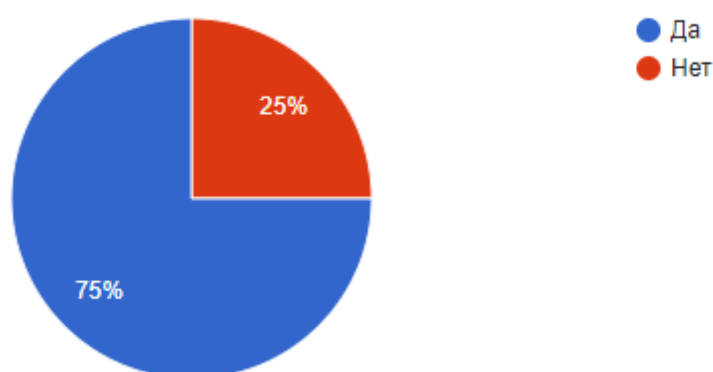
1. Считаете ли вы, что после работы с данной системой занятий стали лучше понимать принципы алгоритмизации и программирования?
2. Была ли вам интересна данная система занятий?
3. Если да, то чем она вас привлекла?
4. Работа с чем, на ваш взгляд, эффективнее?
5. Как вы считаете, данная система занятий дает достаточное представление об основах нейромоделирования?

6. Какие плюсы в изучении нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad вы можете для себя выделить (выберите не более 3-х пунктов)?

7. Как вы считаете, нужно ли современному школьнику знакомиться с нейротехнологиями и нейромоделированием в рамках профилирующей деятельности?

Анкета была направлена на определение общего эмоционального фона от проведенных занятий, индивидуальных преимуществ изучения нейротехнологий с использованием именно платформы Tinkercad и дала возможность для самооценивания результатов по итогу проведенных занятий.

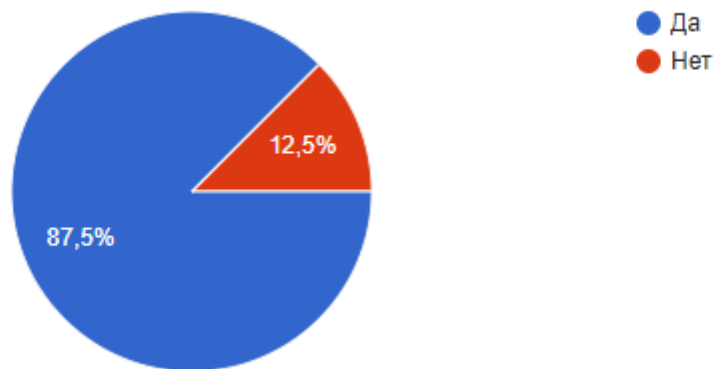
На вопрос «Считаете ли вы, что после работы с данной системой занятий стали лучше понимать принципы алгоритмизации и программирования?» 75% опрошенных респондентов ответили положительно, что видно на рисунке 13. Данный результат ожидаем, так как программирование в Tinkercad позволяет визуализировать работу функций и алгоритмов, можно проводить изменения в программе для возможности отследить, как будет меняться работа собранной электрической цепи.



*Рисунок 13 - Анкетирование. Вопрос 1*

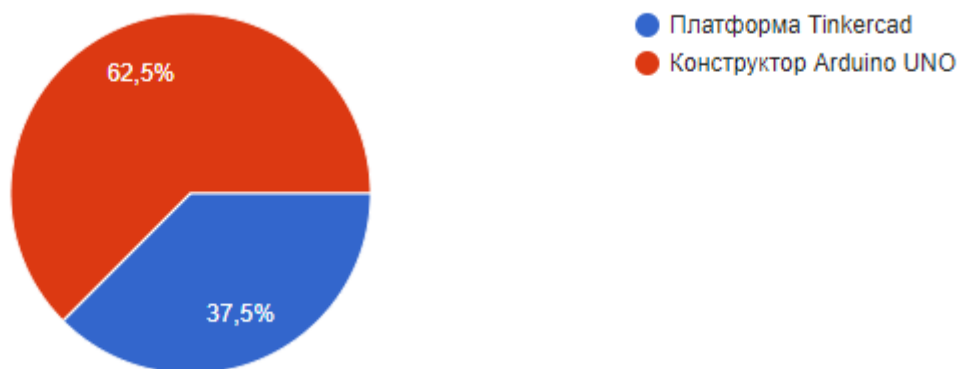
На вопрос «Была ли вам интересна данная система занятий?» 87,5% опрошенных дали положительный ответ, при этом акцентируя в следующем вопросе, что интерес обусловлен, в большинстве случаев: «тем, что можно

наглядно посмотреть работу программы»; «интерактивностью» и «разнообразием занятий».



*Рисунок 14 - Анкетирование. Вопрос 2*

Вопрос «Работа с чем, на ваш взгляд, эффективнее?» был обусловлен тем, что у группы студентов были занятия как с конструктором Arduino UNO, так и с виртуальной платформой Tinkercad. 62,5% студентов сообщило, что для них эффективнее работать с конструктором Arduino UNO. Это может быть обусловлено тем, что в последнее время есть тенденция развития кинестетического восприятия информации.



*Рисунок 15 - Анкетирование. Вопрос 4*

62,5% респондентов на вопрос «Как вы считаете, данная система занятий дает достаточное представление об основах нейромоделирования?» ответили положительно. Однако стоит заметить, что помимо указанных выше занятий

были проведены еще и занятия с конструктором Arduino UNO и в комплексе эти занятия могли сформировать достаточное представления об основах нейромоделирования.

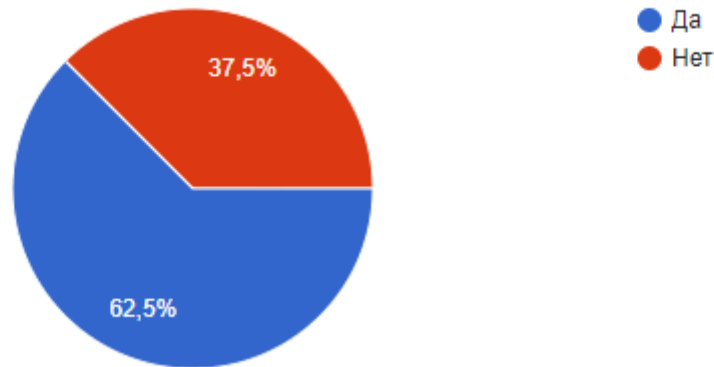


Рисунок 16 - Анкетирование. Вопрос 5

Плюсами изучения нейромоделирования на виртуальной платформе TikerCad основная масса опрошенных выделили: во-первых, отсутствие необходимости приобретение дорогостоящего конструктора Arduino UNO; во-вторых, возможность экспериментирования, не опасаясь испортить оборудование; в-третьих, возможность проведения занятий в дистанционном формате и наглядность процесса программирования и сбора нейромоделей и электрических цепей.

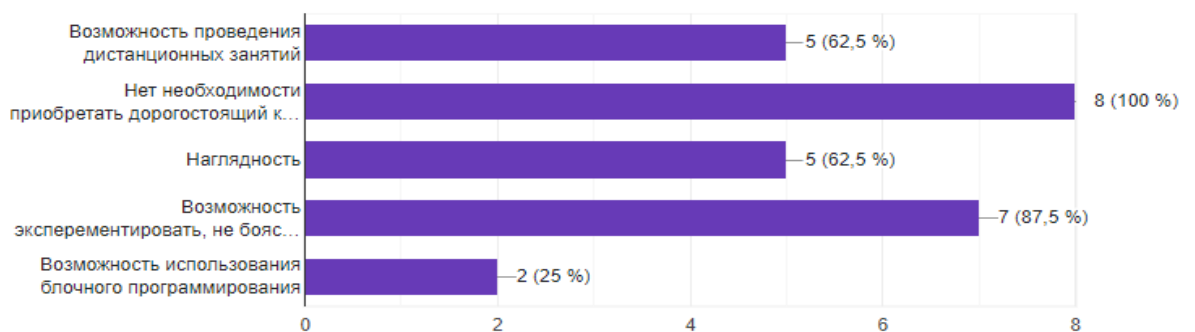
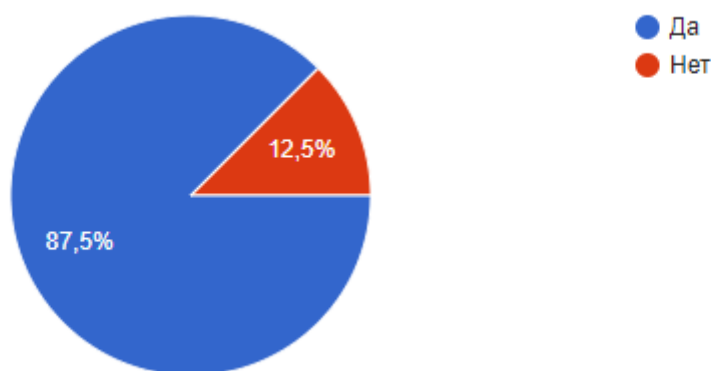


Рисунок 17 - Анкетирование. Вопрос 6

И, наконец, на вопрос «Как вы считаете, нужно ли современному школьнику знакомится с нейротехнологиями и нейромоделированием в рамках

профилирующей деятельности?» абсолютное большинство (87,5% процентов опрошенных, как видно на рисунке 18) ответили положительно, так как нейротехнологии перспективная и активно развивающаяся область современного рынка, требующая молодых и подготовленных специалистов. Что еще раз подтверждает необходимость разработки системы занятий или курса по нейротехнологиям и нейромоделированию.



*Рисунок 18 - Анкетирование. Вопрос 7*

Таким образом, апробированные занятия показали, что целесообразно работать в области профилирования школьников в сторону нейротехнологий, а также, что разработанная система занятий может выступать в качестве мотивации к углубленному изучению алгоритмизации и программирования. Помимо этого, стоит отметить, что подобная система занятий, является весьма действенным способом визуализирования работы программы.

### **2.3 Эффективность дистанционного обучения нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad**

Последние года показали современной образовательной системе, что классическое offline образование не может удовлетворить в полной мере требования обучающихся, поэтому дистанционное обучение получило свой стимул для активного развития. Однако, стоит отметить, что дистанционное обучение нейротехнологиям весьма ограничено, так как при анализе курсов по

нейромоделированию, нами были выделены только курсы для наставников и преподавателей, если мы говорим про дистанционное обучение.

Дистанционное обучение нейротехнологиям с использованием виртуальной платформы Tinkercad может быть эффективным по ряду причин:

- *нет необходимости в покупке дорогостоящего оборудования.* Конечно, сама платформа не дает возможности, например, считывания сигналов с различных датчиков: ЭМГ, ЭКГ, ФПГ и т. д., однако, для знакомства школьников с самим процессом работы схем с данными датчиками и основами нейротехнологий достаточно использовать плагин, симулирующий работу любого из датчиков (т. е. написать вспомогательную программу, которая из массива случайных записей сигналов указанного датчика будет передавать на вход в основную программу один случайный, с которым уже и будет работать обучающийся). Для эффективного включения плагина, как замены материальных датчиков, в активную работу с обучающимися, достаточно подробного разбора принципа материальных датчиков и соотнесение ее с работой плагина;

- *наглядность.* Не стоит забыть, что наглядность является важным принципом обучения и платформа Tinkercad позволяет наглядно продемонстрировать: во-первых, работу написанной программы (какая функция за что отвечает, как изменится работа собранной цепи от изменения программы и т. д.); во-вторых, что будет в случае, если цепь будет собрана неправильно (перегорит светодиод, через цепь не идет ток и т. д.); в-третьих, в Tinkercad есть возможность блочного программирования, что является весьма удобным и многими любимым способом «написания» программы, так как он не требует определенных знаний в языке программирования, а достаточно иметь достаточный уровень навыка алгоритмизации действий;

- *возможность индивидуального построения образовательного процесса.* Не один год говорится про важность индивидуализации образовательного процесса и дистанционное обучение нейротехнологиям с

использованием платформы Tinkercad дает возможность обучающимся самостоятельно выбирать темп работы, последовательность занятий (например, сначала изучение нескольких теоретических занятий, а после выполнение нескольких лабораторных или же наоборот следовать строго по предложенной последовательности занятий), время для выполнения каждой работы;

- *удобство в процессе оценивания работ обучающихся.* При дистанционном обучении чаще всего прописывают подробные критерии оценивания той или иной работы, что, во-первых, позволяет обучающимся точно знать, что от них требуется; во-вторых, в большинстве случаев, избегать конфликтов из-за отметок между обучающимся и преподавателем, так как легко сослаться на критерии и аргументировать отметку. Так же стоит сказать, что платформа Tinkercad удобна, в первую очередь, еще и тем, что дает возможность делиться ссылками на созданные проекты, что позволяет избежать необходимости нести собранные цепи куда-то для проверки, чтобы преподаватель мог оценить выполненную работу;

- *расширенная география.* Дистанционное обучение нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad позволяет охватить аудиторию для обучения достаточно широкой географии. Во-первых, потому что дистанционное обучение позволяет взаимодействовать с обучающимися с других часовых поясов, в отличии от традиционного образования, а во-вторых, платформа Tinkercad доступна не только на территории всей Российской Федерации, но и за ее пределами;

- *возможность проведения экспериментов без опасения порчи оборудования.* Виртуальная платформа Tinkercad позволяет проводить различные эксперименты в ходе сборки цепей и схем, а также в ходе программирования. При этом исключаются любые траты, так как в реальности никакое материальное оборудование не портится, соответственно, нет необходимости его обновлять. При этом Tinkercad имеет анимации различных проблем, например, при перегорании светодиода, происходит мини-взрыв на

экране, то есть платформа дает возможность отследить в каких случаях происходит порча различного оборудования;

- *интерактивность*. Во-первых, обучение нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad позволяет абсолютно каждому обучающемуся попробовать собрать свою цепь или модель, самому ее запрограммировать, что во многом повышает уровень интерактивности обучения, так как при занятии с материальным конструктором часто бывают ситуации, когда кому-то не достается комплекта конструктора и обучающиеся вынуждены работать в парах, а иной раз и просто наблюдать за экспериментом, который демонстрирует преподаватель.

Не стоит забывать о ряде преимуществ использования платформы Tinkercad при изучении нейротехнологий перед использованием конструктора Arduino UNO. Самое очевидное, разумеется это то, что нет необходимости финансовых вложений для приобретения необходимого оборудования. Помимо этого можно выделить еще положительные стороны использования указанной платформы для разработчика Arduino:

- Tinkercad - это онлайн платформа, для работы не нужно ничего кроме браузера и устойчивого интернета;

- Tinkercad - это удобный графический редактор для визуального построения электронных схем.

- В Tinkercad предустановлен набор моделей большинства популярных электронных компонентов, отсортированный по типам компонентов.

- Tinkercad - симулятор электронных схем, с помощью которого можно подключить созданное виртуальное устройство к виртуальному источнику питания и проследить, как оно будет работать.

- Встроенный редактор Arduino с монитором порта и возможностью пошаговой отладки.

- Есть готовые для развертывания проекты Arduino со схемами и кодом.
- Встроен визуальный редактор кода Arduino.
- Встроенные учебники и огромное сообщество с коллекцией готовых проектов.

Есть разумеется и то, в чем платформа Tinkercad уступает конструктору Arduino UNO. Tinkercad за счет того, что это виртуальная платформа не имеет возможности считывания сигнала с датчиков ФПГ, ЭМГ и пр., однако это нивелируется подключением плагинов, симулирующих работу указанных сенсоров. При всех преимуществах Tinkercad перед конструктором Arduino UNO, нельзя не отметить, что использование тактильного способа восприятия информации при работе с конструктором делает работу с ним эффективнее и привычнее для обучающихся, чем работа с виртуальной платформой, даже не смотря на то, что в современном мире прослеживается стремление к дистанцированию общения, работы, обучения [1, 6, 7].

В итоге дистанционное обучение нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad будет эффективным при удачном сочетании правильного подобранного материала и формы его представления (можно использовать несколько форм представления, например, ориентируясь на типы восприятия информации, можно записать видео-лекцию, презентацию и схематичный конспект для одного и того же теоретического занятия), компетентных преподавателей, умеющих работать с платформой и имеющих обширные познания в области нейротехнологий. Не стоит забывать о том, что эффективность дистанционного обучения также зависит и от обучающихся, их самодисциплины и желания. Как показывает опыт, изучение нейротехнологий вызывает большой интерес среди школьников и не только, поэтому при правильном построении хода работы, вопрос мотивации обучающихся в обучении нейротехнологиям не вызывает проблем.

## Выводы по второй главе

В ходе работы была изучена виртуальная платформа Tinkercad, ее структура и ее особенности. Проведен анализ существующих программ дополнительного образования по изучению нейротехнологий.

На основе проведенного анализа разработана система занятий для дистанционного обучения нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad в рамках системы дополнительного образования. Описано содержание занятий, разработано тематическое планирование и созданы сопроводительные средства для теоретических занятий.

На базе технопарка универсальных педагогических компетенций Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева была проведена частичная апробация разработанной системы занятий. Результаты апробации показали положительную тенденцию в понимании тем алгоритмизации и программирования, умении собирать электрические цепи и, в целом, группа студентов, с которой проводилась апробация, высказывала заинтересованность и увлеченность проводимыми занятиями.

На основе всего были выделены причины эффективности дистанционного обучения нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad и преимущества данной платформы перед использованием для этих же целей конструктора Arduino UNO.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью проведенного исследования являлась разработка системы дополнительных занятий для подготовки старшеклассников в области нейротехнологий с использованием платформы Tincercad.

Получены следующие результаты и выводы:

1. В ходе обзора современных направлений развития нейротехнологий были выделены следующие направления: нейромедтехника, нейрофармакология, нейрообразование, нейроразвлечения и спорт, нейромаркетинг, нейроассистенты и искусственный интеллект. Были освещены мнения некоторых деятелей сферы нейротехнологий и в целом, все говорит о том, что нейротехнологии сфера активно развивающаяся и перспективная, а следовательно требует большого количества новых подготовленных специалистов.

2. Проведен анализ особенностей дистанционного обучения: типы дистанционного обучения, его принципы, возможные формы реализации занятий и методы дистанционного обучения. Очевидным становится, что дистанционное обучение в области нейротехнологий будет рационально организовать в смешанной форме, так как присутствует необходимость работы с сенсорами для считывания сигналов тела. Однако написание плагинов, симулирующих работу указанных сенсоров, позволяет перейти к дистанционному обучению без необходимости очных занятий. Переход к дистанционному обучению нейротехнологиям позволяет избежать необходимости покупки дорогостоящего оборудования и проблемы нехватки подготовленных кадров.

3. В Красноярском крае реализуются несколько программ дополнительного образования по изучению нейротехнологий, однако все они очного формата. На основе анализа содержания этих программ можно говорить о том, что знакомство старшеклассников в рамках дополнительного образования с нейротехнологиями может иметь как профориентационное воздействие, так и

мотивирующее к изучению программирования в рамках школьного курса информатики.

4. Создана система занятий для дистанционного обучения нейротехнологий с использованием платформы Tinkercad, представленная 15 занятиями, рассчитанные на 18 часов. Шесть из предложенных занятий это лабораторные работы на платформе Tinkercad или в программе BiTronics Studio. Разработанная система занятий ставит целью знакомство обучающихся с основами нейротехнологий и нейромоделирования, принципами работы в Tinkercad и BiTronics Studio и углубление знаний обучающихся в биологии, физики и информатики.

5. По результатам апробации разработанной системы занятий видно, что данная система занятий эффективна для начального знакомства с основами нейротехнологий.

6. Был проведен обзор платформы Tinkercad, ее положительные стороны в целом и ее преимущества перед использованием конструктора Arduino UNO. В целом, исключая то, что с конструктором большинству обучающихся работать комфортнее, Tinkercad является лучшим вариантом для реализации занятий по изучению нейротехнологий на начальном этапе.

В начале исследования перед нами ставилась проблема, заключающаяся в поиске средств и методов обеспечения дистанционной и смешанной подготовки старшеклассников в области нейротехнологий в системе дополнительного образования. Разработанная система занятий по дистанционному обучению нейротехнологиям с использованием платформы Tinkercad является начальным решением указанной проблемы. Однако необходимо решить, как можно адаптировать изучение нейротехнологий на более глубоком уровне с использованием платформы Tinkercad. На данный момент решение видится в написании плагинов, симулирующих работу различных сенсоров и датчиков. Данная проблема является вопросом дальнейших исследований в данной теме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ардуино технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://arduino-tex.ru> (дата обращения: 6.03.2023).
2. Асинхронное и синхронное обучение. Что это такое? [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/education/350812-ashinhronnoe-i-sinhronnoe-obuchenie-chto-eto-takoe> (дата обращения: 20.04.2023).
3. Волков А.С. Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Нейротехнологии в робототехнике» [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/fveZ4> (дата обращения: 28.04.2023).
4. Демидова А.Р., Панова А.М. Подготовка старшеклассников в области нейротехнологий с использованием платформы Arduino // Образование и наука в XXI веке: физика, информатика и технология в смарт-мире материалы II Молодежь и наука XXI века: материалы всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2022. С. 22-24.
5. Дополнительное образование детей в России: единое и многообразное / под ред. С.Г. Косарецкого, И.Д. Фрумина. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019.
6. Изучаем Arduino без Arduino с помощью Tinkercad и его сервиса Схемы [Электронный ресурс]. URL: <https://portal-pk.ru/news/263-izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html> (дата обращения: 5.03.2023).
7. Лаборатория Bitronics Lab. [электронный ресурс] URL: <https://bitronicslab.com/> (дата обращения: 10.03.2023).
8. Медицина и здравоохранение. Нейротехнологии: прикладной интерес // Глобальные технологические тренды. 2019. № 6. С. 1-4.

9. Навигатор дополнительного образования Красноярского края [Электронный ресурс]. URL: <https://navigator.krao.ru> (дата обращения: 27.03.2023).

10. Национальная технологическая инициатива. Нейронет [Электронный ресурс]. URL: <https://nti2035.ru/markets/mneuronet> (дата обращения: 24.03.2023).

11. Нейротехнологии [Электронный ресурс]. URL: <https://intalent.pro/industry/neyrotehnologii.html> (дата обращения: 2.04.2023).

12. Нейротехнологии и нейроуправление (Школьный Кванториум) [Электронный ресурс]. URL: <https://dopobr73.ru/program/17325-neyrotekhnologii-i-neyroupravlenie-shkolnyi-kvantorium> (дата обращения: 5.05.2023).

13. Нейротехнологии сегодня [электронный ресурс] URL: <https://intalent.pro/industry/neyrotehnologii.html> (дата обращения: 14.03.2023).

14. Оганнисян Н.Ю. Особенности дистанционного и электронного обучения и прогноза их применения в процессе школьного образования // Молодой ученый. 2021. № 49 (391). С. 403-407.

15. Педагог дополнительного образования (декоративно-прикладное творчество) [Электронный ресурс]. URL: <https://dppo-edu.ru/pedagog-dopolnitelnogo-obrazovaniya-dekorativno-prikladnoe-tvorchestvo/#:~:text=В%20отличие%20от%20иных%20уровней,процессы%20в%20более%20полной%20форме> (дата обращения: 2.05.2023).

16. Региональный модельный центр дополнительного образования детей Красноярского края. Персонафицированное финансирование [Электронный ресурс]. URL: <https://rnc.kkr.ru/article/12> (дата обращения: 27.03.2023).

17. Селезнева Д.С. Нейротехнологии и их применение // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум 2020» [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019073> (дата обращения: 24.03.2023).

18. Справочник по неврологии [Электронный ресурс]. URL: <http://neurodoc.ru/diagnostika/instrumentalnaya/nejrotexnologii.html> (дата обращения: 11.04.2023).

19. Тихонова Г.Н., Система дополнительного образования в России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/246852-sistema-dopolnitelnogo-obrazovaniya-v-rossii> (дата обращения: 20.03.2023).

20. Турсунова М.И. Особенности дистанционного обучения как инструмента оптимизации и индивидуализации образования [Электронный ресурс]. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/680267> (дата обращения: 30.03.2023).

21. Об образовании в Российской Федерации: федер. закон от 29 декабря 2012 г. N273-ФЗ | Ст. 2 [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/) (дата обращения: 27.03.2023).

22. Об образовании в Российской Федерации: федер. закон от 29 декабря 2012 г. N273-ФЗ | Ст. 16 Доступ из справ. -правовой системы «Гарант».Источник: <https://60nn.ru/wp-content/uploads/2020/03/Статья-16.pdf>.

23. Простой веб-инструмент для 3D-проектирования и 3D-печати [Электронный ресурс]. URL: <http://www.proghouse.ru/article-box/115-tinkercad> (дата обращения: 2.03.2023).

24. Учебно-методическое пособие к конструктору «Юный нейромоделист» [Электронный ресурс]. URL: <https://drive.google.com/file/d/1PBvV8ptA52ArjDFbe1Su-VkvMOERstiJ/view?usp=sharing> (дата обращения: 12.03.2023).

25. Что такое Тинкеркад? [Электронный ресурс]. URL: <https://miem.hse.ru/mirror/pubs/share/222942636> (дата обращения: 2.03.2023).

26. «Юный инженер - нейротехнолог» [Электронный ресурс]. URL: <https://navigator.krao.ru/program/28748-yunyi-inzhener-neirotekhnolog> (дата обращения: 5.05.2023).

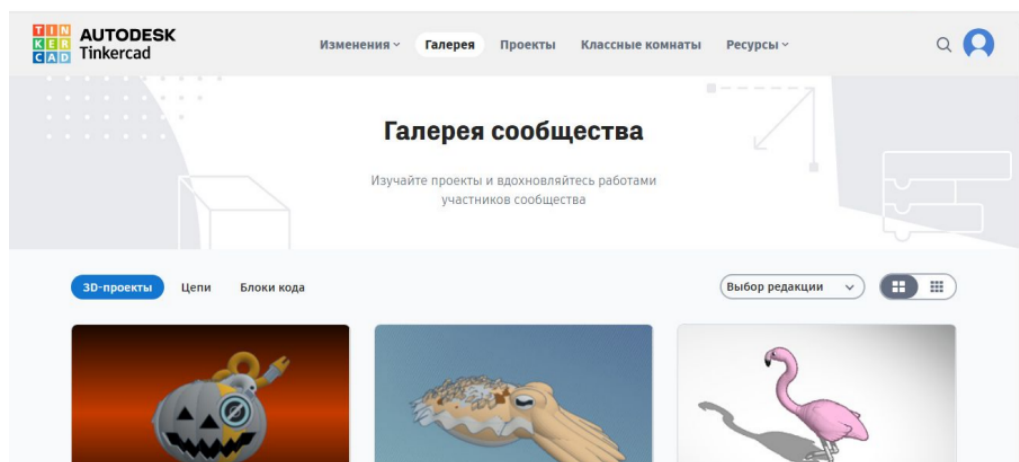
27. Autodesk Tincercad [Электронный ресурс] URL: <https://www.tinkercad.com/dashboard> (дата обращения: 27.02.2023).
28. Education neurotechnology in attention to the specific needs of higher basic general education students / К.С. Zambrano [и др.] // PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology. 2021. № 18(10). С. 944-957.
29. Features Of Distance Learning [Электронный ресурс]. URL: <https://en.scienceforming.com/10862167-features-of-distance-learning> (дата обращения: 24.02.2023).
30. Neuroeducation: Neurotechnology in classrooms [Электронный ресурс]. URL: <https://www.neuro-stellar.com/post/neuroeducation-neurotechnology-in-classrooms> (дата обращения: 19.04.2023).
31. Sinaci M., Hasmatuchi G. Education, Neurotechnologies, and Ethics. An overview // Eon. 2023. № 1. С. 161-176.
32. The Power of Neurotechnology and Big Data in Education [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aboutsmartcities.com/the-power-of-neurotechnology-and-big-data-in-education/> (дата обращения: 19.04.2023).
33. Using neurotechnology in the classroom [Электронный ресурс]. URL: <http://www.educationalneuroscience.org.uk/2023/06/19/using-neurotechnology-in-the-classroom/> (дата обращения: 19.04.2023).
34. What is Distance Learning? The Benefits of Studying Remotely [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uopeople.edu/blog/what-is-distance-learning/> (дата обращения: 24.02.2023).

## Приложение А. Презентация к занятию 1. Начало работы с платформой Tinkercad

# Основы работы в Tinkercad

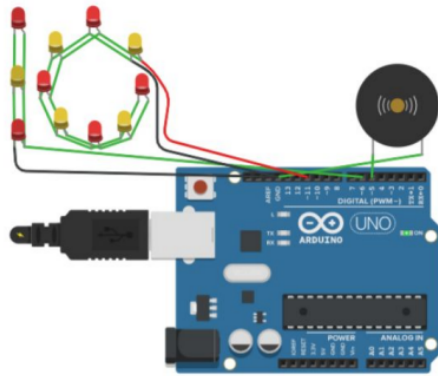
- Платформа Tinkercad
- Основы работы с Tinkercad
- Подключение светодиода
- Задача «Светофор»

### Что такое Tinkercad?



Tinkercad – это онлайн сервис, который сейчас принадлежит мастодонту мира CAD-систем – компании Autodesk. Тинкеркад уже давно известен многим как простая и бесплатная среда для обучения 3D-моделированию. С ее помощью можно достаточно легко создавать свои модели и отправлять их на 3D-печать. Единственным ограничением для русскоязычного сегмента интернета долгое время являлось отсутствие русскоязычного интерфейса, сейчас эта ситуация исправляется

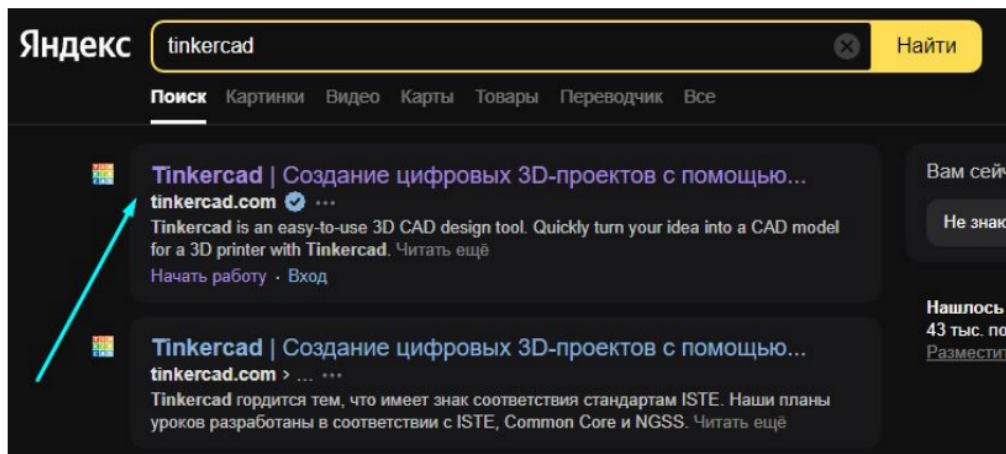




Совсем недавно Тинкеркад получил возможность создания электронных схем и подключения их к симулятору виртуальной платы ARDUINO. Эти крайне важные и мощные инструменты способны существенно облегчить начинающим разработчикам Arduino процессы обучения, проектирования и программирования новых схем.

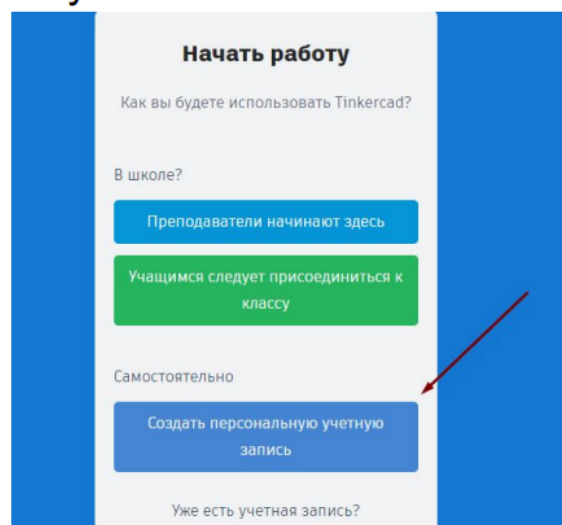
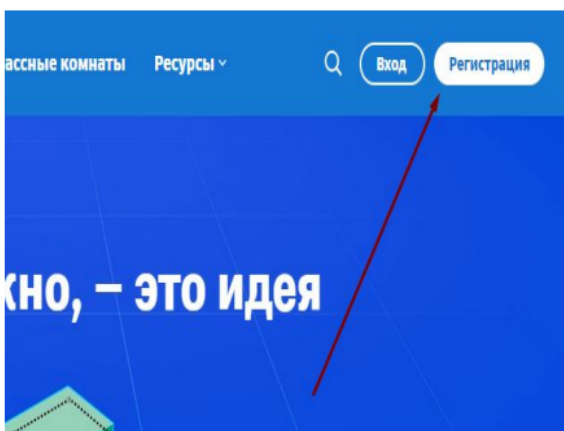
## С чего начать работу в Tinkercad?

- Найди сайт

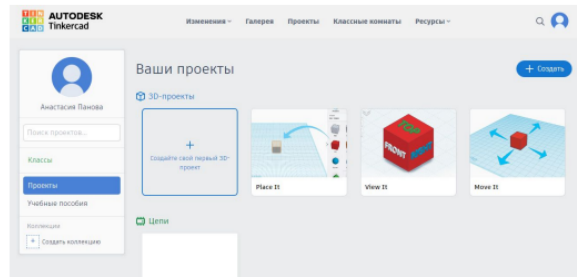


## С чего начать работу в Tinkercad?

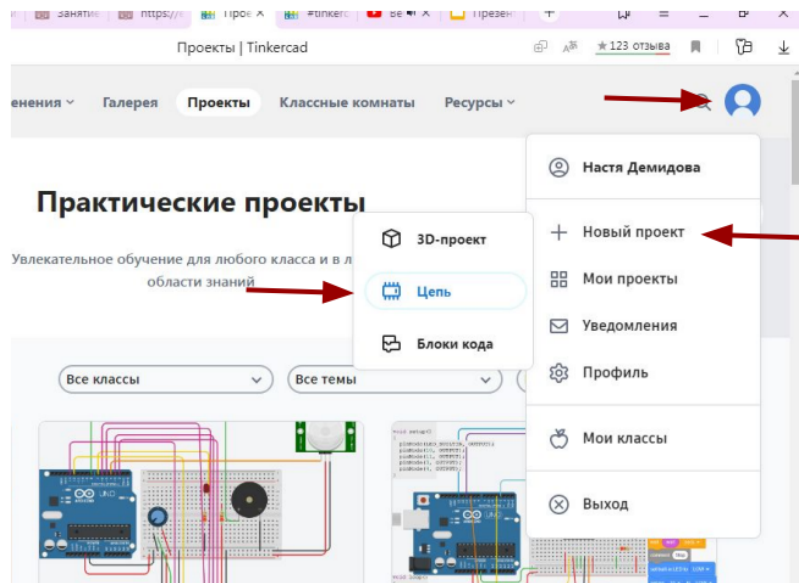
- Регистрация



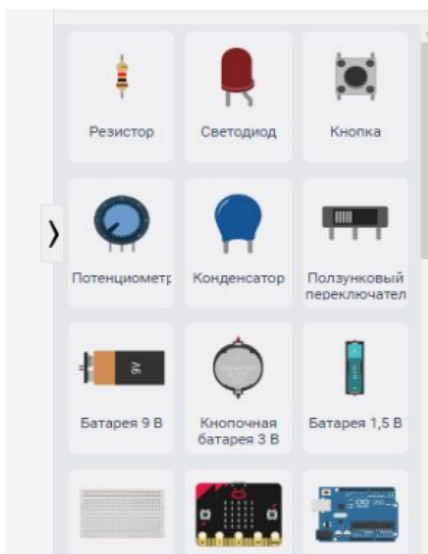
После регистрации/входа вы попадаете на панель управления вашими проектами, где можете открыть и поработать со старыми проектами или же создать **НОВЫЙ**.



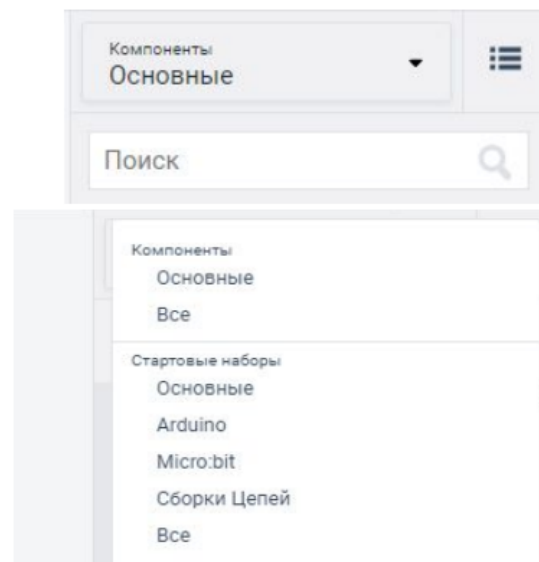
Как создать цепь?



Справа есть панель с компонентами, которые можно добавить в цепь



Выше можно сделать поиск компонентов или взять уже готовые стартовые наборы

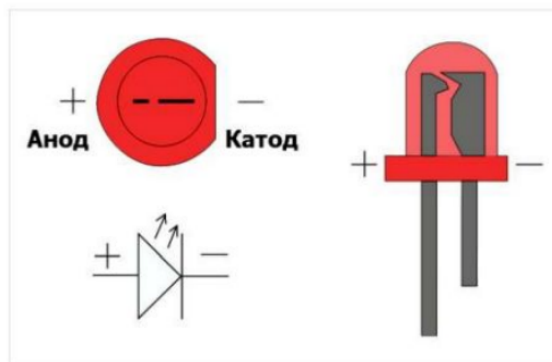


## Беспаячная макетная плата



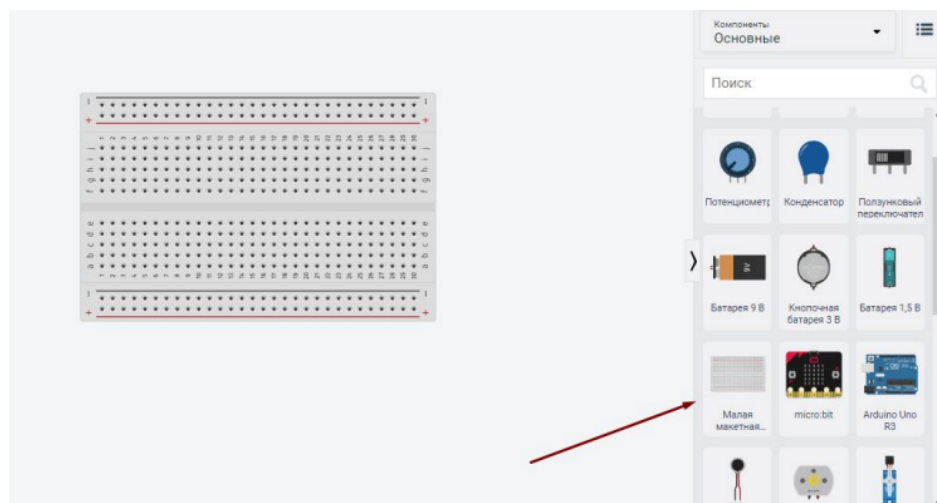
- При подключении проводника к одному из отдельных отверстий, контакт одновременно подключается и ко всем остальным контактам отдельного ряда. Следовательно, подключая контакты других устройств к остальным клипсам, мы связываем их проводником

## Светодиод

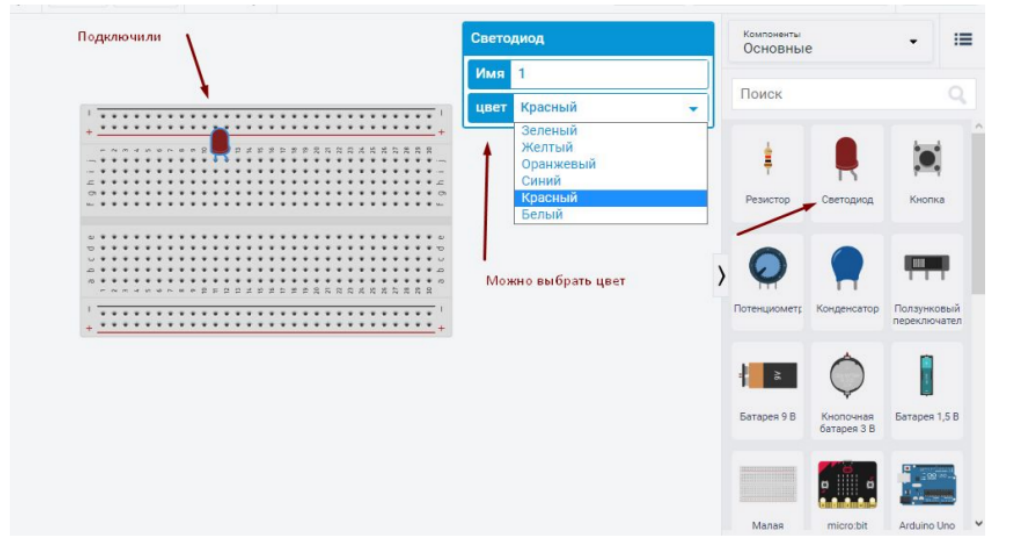


Светодиод — это устройство, которое представляет собой полупроводниковый прибор, способный излучать свет при пропускании через него электрического тока в прямом направлении (от анода к катоду)

### Шаг 1. Нам нужна беспаячная макетная плата

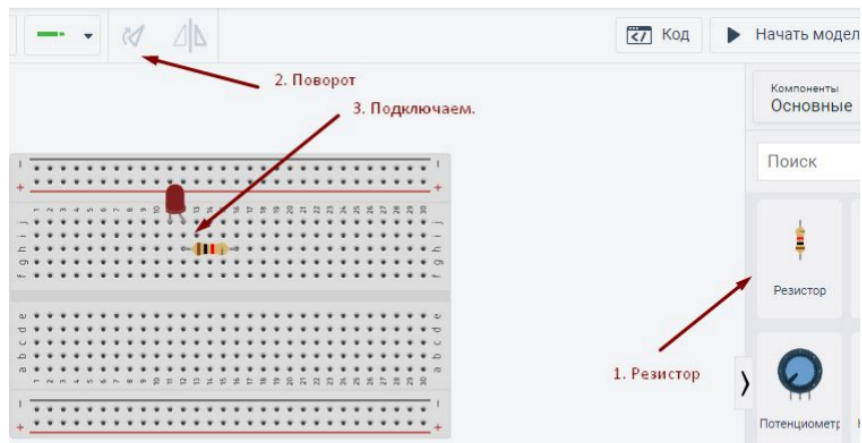


## Шаг 2. Поставим светодиод



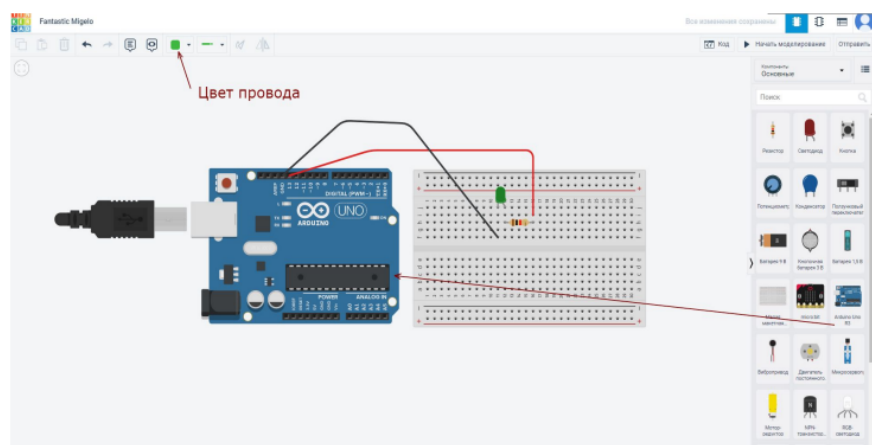
## Шаг 3. Резистор

Ставим резистор таким образом, чтобы одна из его ног был под, либо над анодом светодиода (анод — это положительный вывод, он длиннее, чем катод)

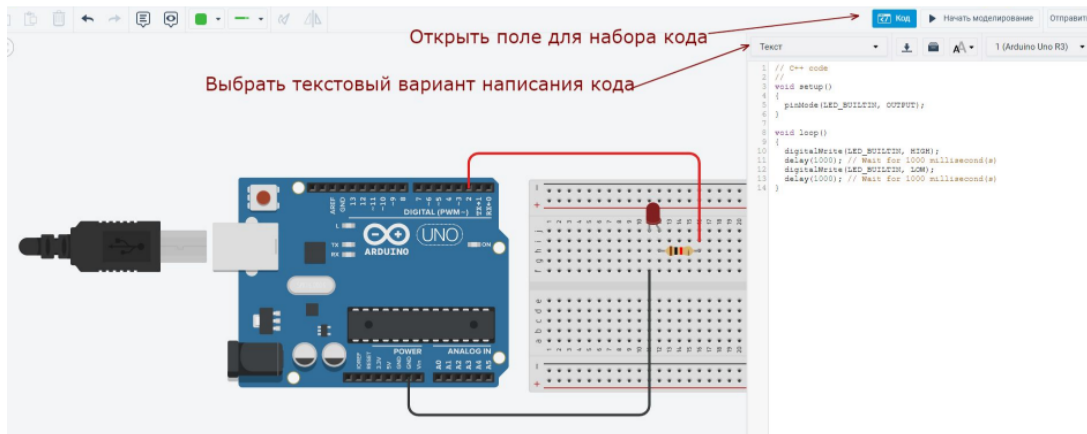


## Шаг 4. Подключаем к Arduino

Положительный контакт подключаем ко второй ноге резистора, а отрицательный — к катоду светодиода (короткая нога).



## Шаг 5. Программирование.



### Функция pinMode ()

pinMode(pin, mode) Устанавливает режим работы пина pin на режим mode:

INPUT – вход (все пины сконфигурированы так по умолчанию)

OUTPUT – выход (при использовании digitalWrite ставится автоматически)

INPUT\_PULLUP – подтяжка к питанию (например, для обработки кнопок)

```
pinMode (3, OUTPUT);
```

↑      ↑  
OUTPUT    INPUT

### Функция digitalWrite()

digitalWrite(pin, value)

Подаёт на пин pin сигнал value:

0 или LOW – 0 Вольт (GND)

1 или HIGH – 5 Вольт (точнее, напряжение питания)

```
digitalWrite (3, HIGH);
```

↑      ↑  
HIGH    LOW

## Функции для работы со временем

`delay(time)` “Приостанавливает” выполнение кода на `time` миллисекунд.

`delayMicroseconds(time)` Аналог `delay()`, приостанавливает выполнение кода на `time` микросекунд.

`millis()` Возвращает количество миллисекунд, прошедших с момента запуска контроллера. Возвращает от 1 до 4 294 967 295 миллисекунд (~50 суток)

```
delay(1000);
delayMicroseconds(1000);
```

## Переменные и константы

```
int a = 5;
```

Переменная – элементарная ячейка для хранения данных (цифр).

Переменные разных типов имеют разный “размер ячейки” и имеют разный лимит на размер числа. Значения (для `int`): -32 768... 32 767

```
#define LED_PIN 3
```

Директива, дающая команду препроцессору заменить указанное название на указанное значение. Чаще всего таким образом объявляют константы.

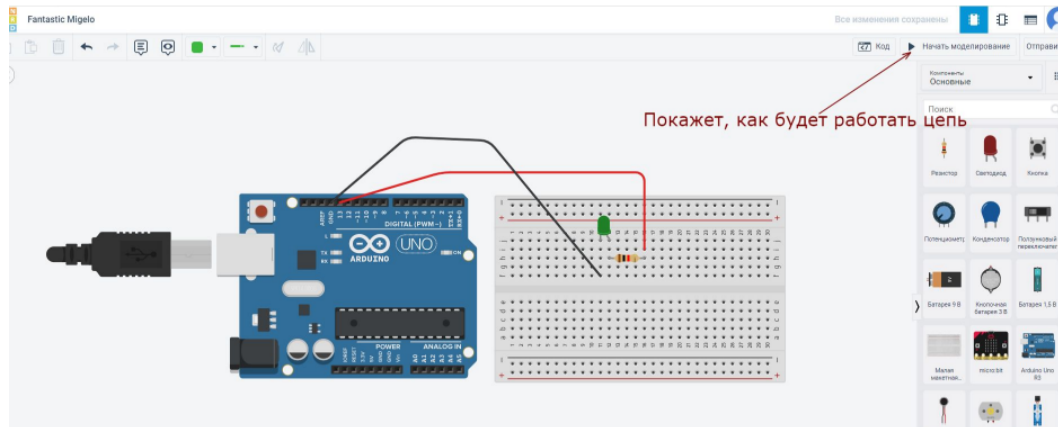
## Шаг 5. Программирование



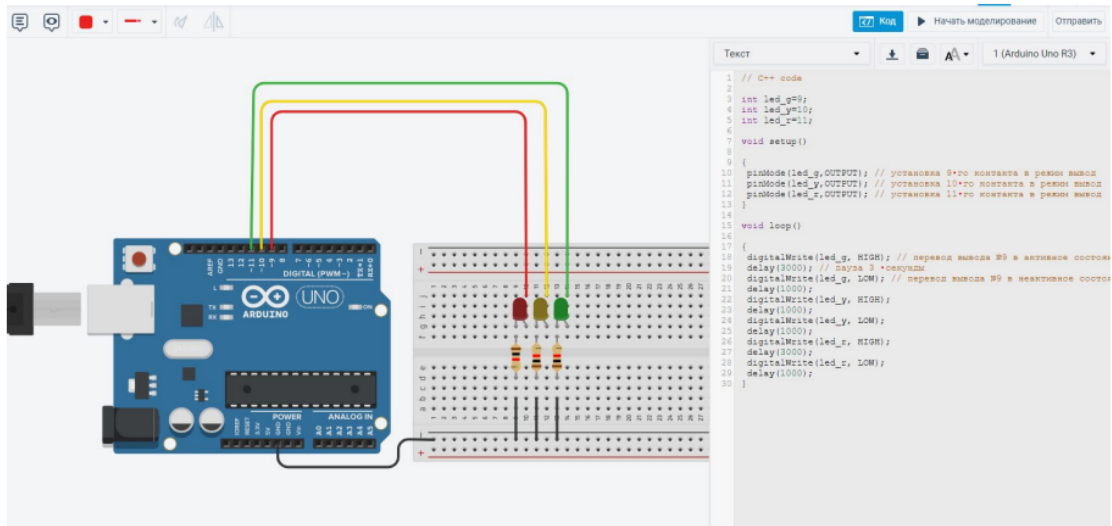
### Мигание светодиодом Код программы.

```
01_led_blink 5
1 #define LED 3
2
3 int t = 500;
4
5 void setup() {
6   pinMode(LED, OUTPUT);
7 }
8
9 void loop() {
10  digitalWrite(LED, HIGH);
11  delay(t);
12  digitalWrite(LED, LOW);
13  delay(t);
14 }
```

## Шаг 6. Моделирование



## Схема “Светофор”



Приложение Б. Примеры схем, собранных в Tinkercad

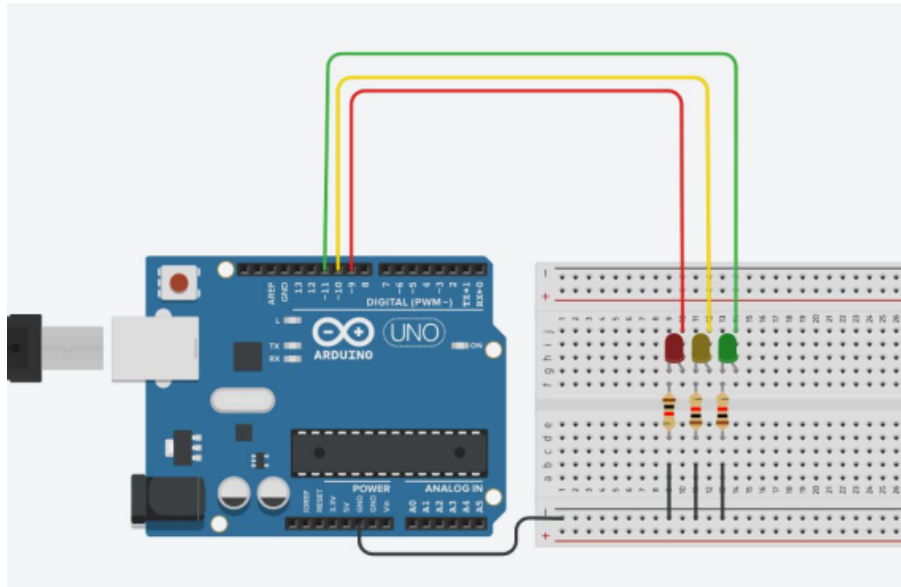


Рисунок 19 - Занятие 1. Схема «Светофор»

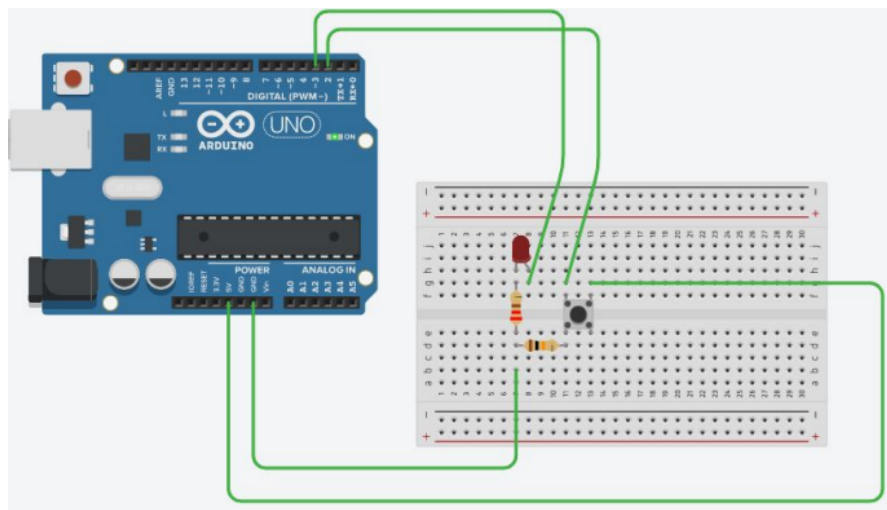


Рисунок 20 - Занятие 2. Схема со стягивающим резистором

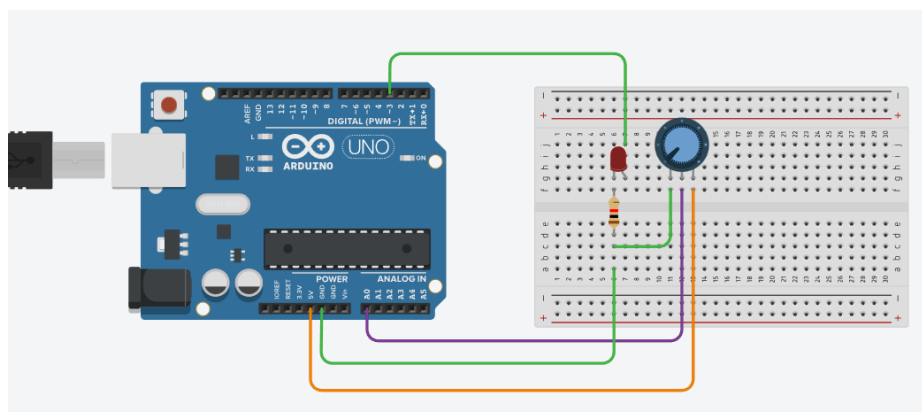


Рисунок 21 - Занятие 3. Схема с потенциометром

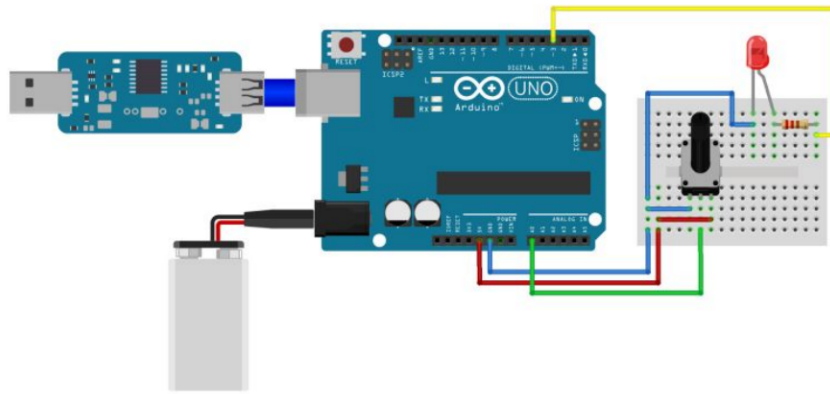


Рисунок 22 - Занятие 3. Схема с подключением ШИМ

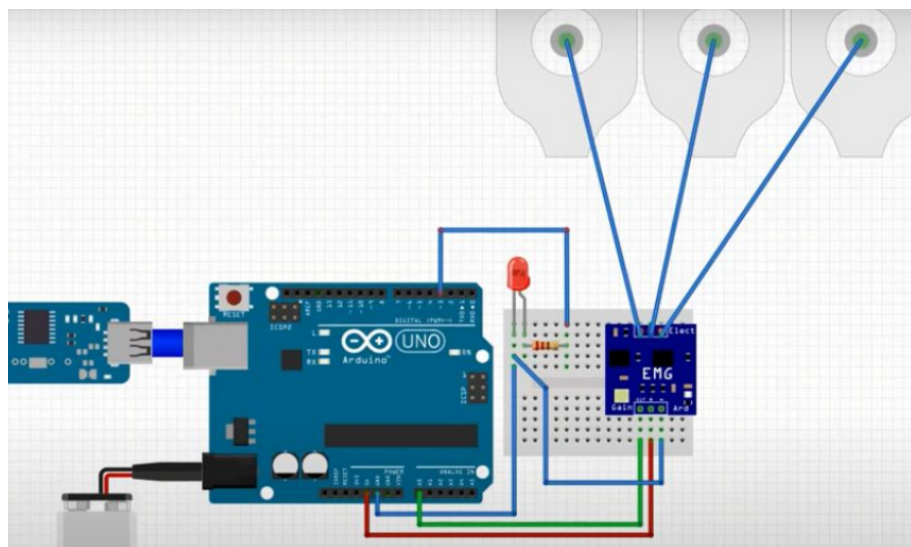


Рисунок 23 - Занятие 5. Схема для регистрации электрической активности мышцы

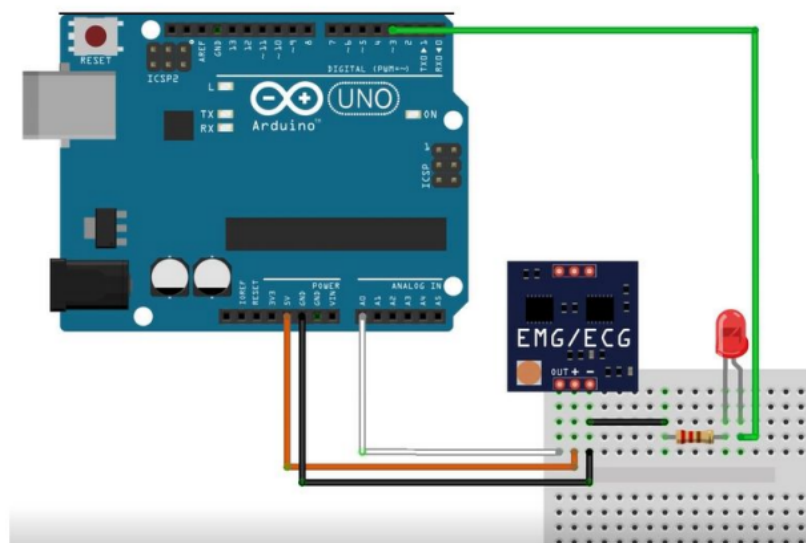
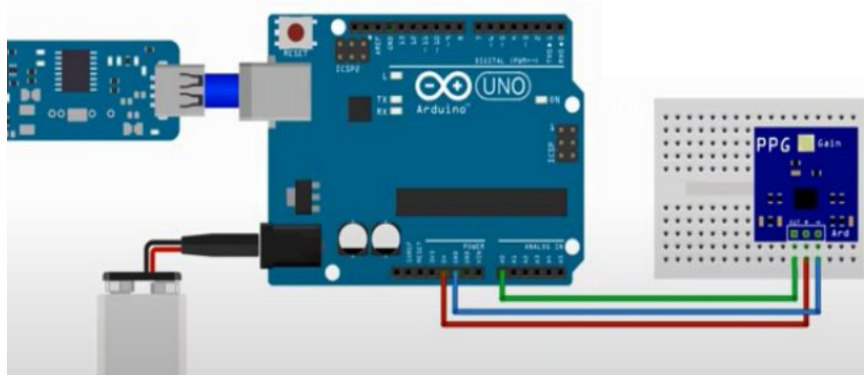
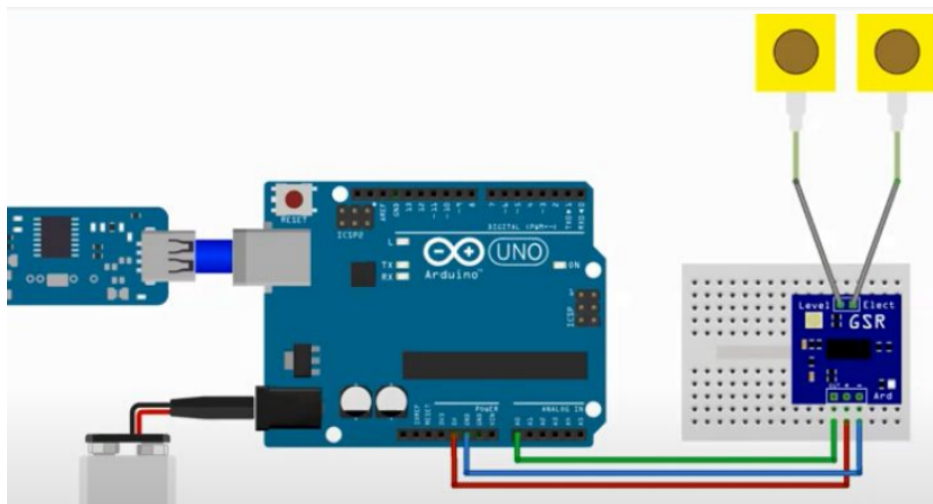


Рисунок 24 - Занятие 5. Схема для управления светодиодом при помощи сигнала ЭМГ



*Рисунок 25 - Занятие 8. Схема ФПГ*



*Рисунок 26 - Занятие 9. Схема КГР*

## Приложение В. Задание лабораторной работы 5

**Лабораторная работа № 5.**

**Тема:** Анализ записи сигнала в BiTronics Studio.

**Количество часов:** 1

**Цель:** формирование у обучающихся практических навыков визуализации и анализа записей сигнала ЭКГ и ЭМГ с использованием программы-визуализатора сигналов BiTronics Studio.

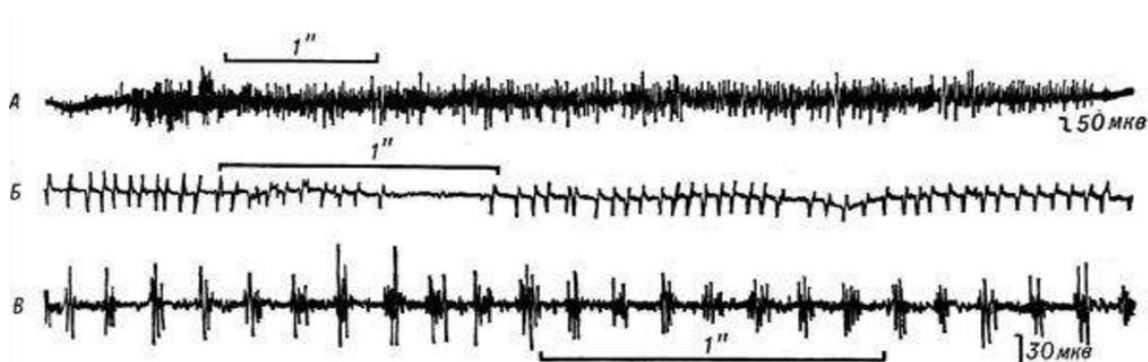
**Задание 1.**

1. Загрузите файл с записью сигнала ЭКГ (C:\lab\_5\Zadanie\_1.txt) в программу-визуализатор BiTronics Studio.
2. Выполните настройку триггера для работы с сигналом указанного типа.
3. Определите к какому типу принадлежит сигнал, используя классификацию, приведенную ниже:



## Задание 2.

1. Загрузите файл с записью сигнала ЭМГ (C:\lab\_5\Zadanie\_2.txt) в программу-визуализатор ViTronics Studio.
2. Выполните настройку триггера для работы с сигналом указанного типа.
3. Определите к какому типу принадлежит сигнал, используя классификацию, приведенную ниже:



- Электромиограмма при сокращении общих разгибателей пальцев:
- А — в норме;
- Б — при тяжелом парезе мышц после полиомиелита;
- В — при паркинсоническом дрожании и ригидном повышении тонуса.