

Управление образования администрации города Белгорода
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр технологического образования и детского технического творчества»
г. Белгорода



УТВЕРЖДАЮ
Директор МБУДО ЦТО и ДТТ
Ю.Н.Кумейко
Приказ от 30 августа 2017 г. № 123

**Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«Юный нейромоделист»**

Возраст обучающихся 8 – 12 лет

Срок реализации – 1 год

Автор: Чуйков Р. Ю.
педагог дополнительного образования

Программа рассмотрена на заседании Педагогического совета
муниципального бюджетного учреждения дополнительного образования
«Центр технологического образования и детского технического
творчества» г. Белгорода

в качестве рабочей

от «30» августа 2017 г., протокол № 1

Статус: авторская

Председатель



подпись

/Ю.Н. Кумейко/

Пояснительная записка

Актуальность и необходимость разработки дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Юный нейромоделист» продиктована развитием современных биологических, медицинских и инженерных технологий в области нейробиологии, нейрохирургии, нейроуправления и искусственного интеллекта. Программа разработана совместно с Белгородским государственным технологическим университетом им. В.Г. Шухова. Особенностью программы является то, что она направлена одновременно на приобретение обучающимися необходимой теоретической базы и практических навыков в новых динамически развивающихся областях науки, практически не затронутых в школьном образовательном стандарте – в нейротехнологиях и компьютерных науках. Неотъемлемой частью учебного процесса являются соревнования обучающихся.

Из вышеизложенного вытекает **педагогическая целесообразность** дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Юный нейромоделист» – ориентация детей на техническое творчество, дальнейшее применение полученных начальных знаний, умений и навыков в научно-технических кружках и во время обучения в учреждениях среднего профессионального и высшего образования.

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Юный нейромоделист» (далее – Программа) – **технической направленности**. Предусматривает развитие творческих способностей детей, формирование начальных технических знаний, навыков, умений, способствует приобретению чувства уверенности и успешности, психологического благополучия, навыков разбиения задачи на подзадачи, работы в команде, ведения мозгового штурма, применения логического и аналитического мышлений, навыков работы с современным оборудованием в области нейротехнологий.

Актуальность Программы определяется социальным заказом общества взрастить технически грамотных людей; привитием технических навыков со школьного возраста; передачей сложного технического материала в простой доступной форме; реализацией личностных потребностей и жизненных планов; реализацией проектной деятельности на базе современного оборудования, а также реализацией в России направлений Национальной технологической инициативы (нейротехнологий, больших данных и машинного обучения).

Новизна Программы заключается в использовании: современных педагогических технологий, приемов; различных техник и способов работы; современного оборудования, позволяющего исследовать и моделировать различные объекты и системы из области. Программа адаптирована для младшего возраста обучающихся, собирающихся осуществлять исследовательскую, проектную и инженерную деятельность. Программа включает региональный компонент.

Цель Программы – создание условий для развития инженерно-технических способностей обучающихся через изучение нейротехнологий, программирования, электроники, 3D-прототипирования.

Задачи

Обучающие:

- способствовать формированию знаний обучающихся об истории развития отечественной и мировой техники, ее создателях, о различных направлениях изучения нейротехнологий, программирования;
- изучить основы электроники, программирования, 3D-прототипирования;
- изучить принципы работы нейрокомпьютерных интерфейсов;
- научить пользоваться технической литературой, интернет-источниками;
- формировать целостную научную картину мира;

Развивающие:

- прививать интерес к техническим знаниям;
- развивать у обучающихся техническое мышление, изобретательность, образное и пространственное мышление;
- формировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- развивать волю, терпение, самоконтроль, внимание, память, фантазию;
- развивать способности осознанно ставить перед собой конкретные задачи и добиваться их выполнения;
- стимулировать познавательную активность обучающихся посредством включения их в различные виды соревновательной деятельности;
- формировать ключевые компетенции обучающихся.

Воспитательные:

- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники;
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- воспитать трудолюбие, уважение к труду;
- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- способствовать раскрытию внутреннего мира обучающихся;
- формировать новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека;
- воспитывать самостоятельность в приобретении дополнительных знаний и умений.

Отличительной особенностью программы является то, что обучающиеся получают навыки и знания в построении простейших электрических схем, программировании и создании систем управления с помощью нейроинтерфейсов, принципиальные основы работы электронных компонентов и базовые законы физики; учатся конструировать, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты.

Сроки и режим реализации программы

Программа рассчитана на 1 год, 144 часа учебной нагрузки. Возраст обучающихся: 8-12 лет. Занятия проводятся фронтально, по группам, индивидуально.

Условия набора: свободный.

Наполняемость групп: — 10-12 человек.

Учебные занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа. Один академический час – 45 минут; между занятиями перерыв не менее 15 минут.

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей".

Возрастные особенности

Программа построена с учетом возрастных и индивидуальных особенностей детей.

Возраст 8-12 лет можно назвать переходным от младшего школьного к младшему подростковому. Психологически этот возраст связан с постепенным обретением чувства взрослости - главного личностного новообразования младшего подростка. Путь осознания себя сложен, стремление обрести себя как личность порождает потребность в отчуждении от всех, кто до этого привычно оказывал на ребенка влияние, и в первую очередь - от семьи, от родителей. Внешне это отчуждение зачастую выражается в негативизме - стремлении противостоять любым предложениям, суждениям, чувствам взрослых. Отсюда такое количество конфликтов с взрослыми. При этом негативизм - первичная форма механизма отчуждения, она же является началом поиска подростком собственной уникальности, познания собственного Я. Этому же способствует и ориентированность подростков на установление доверительно-дружеских отношений, усваиваются навыки рефлексии последствий своего или чьего-то поведения, социальные нормы взаимодействия людей, нравственные ценности. Познание другого, похожего на меня, дает возможность как в зеркале увидеть и понять свои собственные проблемы.

Умственная активность подростков высока, но способности будут развиваться только в деятельности, вызывающей положительные эмоции; успех (или неуспех) существенно влияет на мотивацию учения. Оценки играют важную роль в этом: высокая оценка дает возможность подтвердить свои способности. Совпадение оценки и самооценки важно для благополучия подростка. В противоположном случае неизбежен внутренний дискомфорт и даже конфликт.

Основные виды деятельности: учение, общение и труд.

Концептуальным подходом к построению программы являются принципы: сознательности и активности, доступности, последовательности, наглядности, связи техники с практикой.

Ожидаемые результаты

Оценка промежуточных результатов по темам и итоговые занятия проводятся в разных формах: тестирование, технические соревнования, защита проектов.

Личностные результаты обучения:

- готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;
- сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- сформированность навыков продуктивного сотрудничества со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, учебно-инновационной и других видах деятельности;
- проявление технико-технологического мышления при организации своей деятельности;
- мотивация образовательной деятельности обучающихся на основе личностно ориентированного подхода;
- формирование ценностных отношений к себе, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения;
- формирование коммуникативной компетентности в процессе проектной, учебно-исследовательской, игровой деятельности.

Метапредметные результаты:

- владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем;
- способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
- умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позицию другого, эффективно разрешать конфликты;

Предметные результаты обучения:

- умение использовать термины технической области;
- умение составлять простые программы на языках программирования;
- умение конструировать простейшие электронные схемы, в том числе, использующие интерфейс «Мозг-компьютер»;
- умение пользоваться компьютерными средствами 3D-проектирования элементов технических систем;
- владение методами решения организационных и технических задач;
- владение формами учебно-исследовательской, проектной, игровой деятельности.

Первый год обучения

должны знать:

- правила безопасного пользования инструментами и оборудованием, организовывать рабочее место;
 - оборудование и инструменты, используемые в области нейротехнологий;
 - основы нейробиологии;
 - основные принципы программирования;
 - основные сферы применения нейротехнологий;
 - основные принципы работы электронных схем;
 - основы построения 3D моделей;
- должны уметь:*
- соблюдать технику безопасности;
 - разрабатывать простейшие 3D модели;
 - разрабатывать простейшие системы с использованием электронных компонентов и нейрокомпьютерных интерфейсов;
 - разбивать задачи на подзадачи;
 - работать в команде;
 - проводить мозговой штурм;
 - применять логическое и аналитическое мышление при решении задач;

Результаты универсальной учебной деятельности (УУД):

- оценка жизненных ситуаций (поступки, явления, события) с точки зрения собственных ощущений, соотносить их с общепринятыми нормами и ценностями;
- оценка (поступков) в предложенных ситуациях, которые можно характеризовать как хорошие или плохие;
- описание своих чувств и эмоций от знакомства с предметами технического творчества, изобретениями, уважительно относиться к результатам труда изобретателей и конструкторов, в том числе, в области нейротехнологий;
- принятие другого мнения и высказывания, уважительное отношение к ним;
- опираясь на освоенные изобретательские и конструкторско-технологические знания и умения, делать выбор способов реализации предложенного или собственного замысла.

Регулятивные:

- волевая саморегуляция через исследовательскую деятельность;
- умение самостоятельно формулировать цели и задачи после предварительного обсуждения;
- умение с помощью педагога анализировать предложенное задание, отделять известное и неизвестное;
- умение совместно с педагогом выявлять и формулировать учебную проблему;
- под контролем педагога выполнять пробные поисковые действия (упражнения) для выявления оптимального решения проблемы (задачи);
- выполнение заданий по составленному под контролем педагога плану, сверять свои действия с ним;
- контроль точности выполнения команд, сформированных с помощью интерфейса «Мозг-компьютер»;

- проведение итогового контроля общего качества выполненного задания;
- проверка разработанных систем в действии, внесение необходимых конструктивных доработок и изменений в программное обеспечение (средством формирования этих действий служит технология продуктивной технической творческой деятельности);
- в диалоге с педагогом выработка критериев оценки и определение степени успешности выполнения своей работы.

Познавательные:

- умение отбирать информацию по теме;
- анализ, синтез, систематизация информации при исследовательской деятельности, при проведении опытов;
- умение выявлять и формулировать проблему;
- искать и отбирать необходимые для решения поставленной педагогом задачи источники информации в текстах, иллюстрациях, схемах, чертежах, инструкционных картах, энциклопедиях, справочниках, Интернете;
- добывать новые знания в процессе наблюдений, рассуждений и обсуждений новых материалов, выполнения пробных поисковых упражнений;
- перерабатывать полученную информацию: сравнивать и классифицировать факты и явления;
- определять причинно-следственные связи изучаемых технических явлений;
- делать выводы на основе обобщения полученных знаний;
- преобразовывать информацию: представлять информацию в виде текста, таблицы, схемы (в информационных проектах).

Коммуникативные:

- умение формулировать правильные вопросы; умение строить речевые высказывания;
- умение донести свою позицию до окружающих: оформлять свои мысли в устной и письменной речи с учётом своих учебных и жизненных речевых ситуаций;
- умение высказывать свою точку зрения и пытаться её обосновать, приводя аргументы;
- умение слушать других, пытаться принимать другую точку зрения, быть готовым изменить свою точку зрения.

**Учебный план
Первый год**

№	Название раздела	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Введение в образовательную программу. Вводный инструктаж по технике безопасности и охране труда	2	1	1
2	Основы нейротехнологий. Что такое Нейроквантум	36	12	24
3	Основы программирования для решения задач из области нейротехнологий.	72	24	48
4	Основы 3D-моделирования и прототипирования устройств анализа биосигналов и управления объектами	32	10	22
	Итоговое занятие	2	1	1
	ИТОГО	144	48	96

Форма контроля

№	Разделы	Форма контроля
1	Введение в образовательную программу. Вводный инструктаж по технике безопасности и охране труда	Презентация, результаты квест-игры
2	Основы нейротехнологий. Что такое Нейроквантум	Презентация результатов, мини-выставка разработок
3	Основы программирования для решения задач из области нейротехнологий	Презентация результатов, мини-выставка разработок
4	Основы 3D-моделирования и прототипирования устройств анализа биосигналов и управления объектами	Презентация результатов, мини-выставка разработок, проведение конкурса на лучшую модель
6	Итоговое занятие	Промежуточное тестирование, соревнования

Содержание Программы

Первый год

1. Введение в образовательную программу. Вводный инструктаж по технике безопасности и охране труда (2 ч.)

Теория. Значение техники в жизни человека. Что такое техническое моделирование, нейроинтерфейсы, нейроуправление, технологии машинного обучения. Задачи и план работы учебной группы. Демонстрация готовых изделий. Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Квест-игра: «Лаборатория нейротехнологий».

Формы проведения занятий: рассказ, демонстрация, игра.

Формы подведения итогов: презентация результатов, квест-игра.

2. Основы нейротехнологий. Что такое Нейроквантум (36 часов)

Теория. Понятие нейрона. Как работает биологическая нейронная сеть. Искусственный нейрон. Для чего нужна искусственная нейронная сеть. Понятие проводника, электрическая цепь и ее основные элементы. Что такое напряжение. Как мышцы вырабатывают напряжение. Изучение принципов работы датчиков электрической активности мышц. Что такое сопротивление. Изучение принципов работы датчиков электрической активности кожи (кожно-гальванической реакции). Что такое пульс. Движение крови по сосудам. Кровяное давление. формирования понятия о динамике движения крови; раскрыть причины ее движения. Изучение принципов работы оптического датчика пульса. Что такое мозговая активность. Что такое Мозговые волны. Изучение принципов работы датчика электрической активности мозга (датчика снятия электроэнцефалограммы). Изучение принципов работы нейроинтерфейса Нейробелт. Изучение принципов работы нейроинтерфейса Нейробелт. Изучение принципов работы нейроинтерфейса Нейробелт. Основы снятия электроэнцефалограммы и интерпретации сигналов для управления программным обеспечением и техническими объектами. Интерфейс «Мозг-компьютер». Возможности шлема «Нейробелт» – неинвазивного нейроинтерфейса.

Практика. Квест-игра: «Нейроны». Конкретный пример сборки электрической цепи. Работа с не имеющими мировых аналогов конструкторами «Юный нейромоделист» компании Vitronics. Проведение наблюдения за собственным организмом: подсчитывание пульса. Работа с нейроинтерфейсом Нейробелт. Эксперимент по формированию перечня управляющих сигналов на основе анализа 8-канальной электроэнцефалограммы, полученной с помощью нейроинтерфейса Нейробелт и их применению для управления мобильной платформой.

2. Основы программирования для решения задач из области нейротехнологий (72 часов)

Теория. Основы языка программирования Scratch. Подходы к разработке эффективной конструкции мобильного робота и использованию среды разработки программы управления им. Основные команды робота. Дистанционный режим управления мобильным роботом. Основы разработки программы движения робота по линии. Основные подходы к разработке алгоритмов объезда препятствий роботом на основе датчика расстояния и программного задания траектории. Программирование

робота для соревнований в битве. Понятие переменных и состояния программы. Написания алгоритмов перехода между различными состояниями движения робота. Основы разработки алгоритмов движения робота в различных практических предметных областях.

Практика. Работа с электронными конструкторами «mBot».

Формы проведения занятий: демонстрация, творческая мастерская, практическое занятие

Формы подведения итогов: Презентация результатов, мини-выставка разработок.

3. Основы 3D-моделирования и прототипирования устройств анализа биосигналов и управления объектами (32 часа)

Теория. Знакомство со средой проектирования Autodesk Inventor. Проектирование объектов реального мира с помощью простых геометрических фигур. Основы и приемы проектирования сложных объемных фигур. Основы формирования связей между различными составными частями моделируемого объекта. Основы проектирования макетов устройств в области нейротехнологий. Преобразование объемной фигуры в команды движения печатающей головки 3D-принтера.

Практика. Работа в современной среде проектирования Autodesk Inventor. Работа в среде управления 3D-принтера.

Формы проведения занятий: демонстрация, творческая мастерская, практическое занятие.

Формы подведения итогов: презентация результатов, мини-выставка разработок, проведение конкурса на лучшую модель.

5. Итоговое занятие (2 ч.)

Практика. Выполнение тестовых заданий, участие в конкурсе-выставке.

Формы проведения занятий: практическое занятие, конкурс-выставка.

Формы подведения итогов: промежуточное тестирование, соревнования.

Методы образовательной деятельности:

В период первого и второго года обучения применяются такие методы обучения и воспитания, которые позволят установить взаимосвязь деятельности педагога и обучающегося, направленную на решение образовательно-воспитательных задач.

По уровню активности используются методы:

- объяснительно-иллюстративный;
- эвристический метод;
- метод устного изложения, позволяющий в доступной форме донести до обучающихся сложный материал;
- метод проверки, оценки знаний и навыков, позволяющий оценить переданные педагогом материалы и, по необходимости, вовремя внести необходимые корректировки по усвоению знаний на практических занятиях;
- исследовательский метод обучения, дающий обучающимся возможность проявить себя, показать свои возможности, добиться определенных результатов.
- проблемного изложения материала, когда перед обучающимся ставится некая задача, позволяющая решить определенный этап процесса обучения и перейти на новую ступень обучения;
- закрепления и самостоятельной работы по усвоению знаний и навыков;

- диалоговый и дискуссионный.

Приемы образовательной деятельности:

- изобретательская разминка (на развитие творческих способностей),
- игра-квест (на развитие внимания, памяти, воображения),
- соревнования и конкурсы,
- наглядный (рисунки, плакаты, чертежи, фотографии, схемы, модели, приборы, видеоматериалы, литература),
- создание творческих работ для выставки.

Занятие состоит из теоретической (лекция, беседа) и практической части, создаются все необходимые условия для творческого развития обучающихся. Каждое занятие строится в зависимости от темы и конкретных задач, которые предусмотрены Программой, с учетом возрастных особенностей детей, их индивидуальной подготовленности.

Основные образовательные процессы: решение технических задач на базе современного оборудования, формирующих способы продуктивного взаимодействия с действительностью и разрешения проблемных ситуаций; познавательные квест-игры; технические соревнования и конкурсы.

Основные формы деятельности:

- познание и учение: освоение принципов функционирования сложного современного оборудования; освоение способов управления вниманием и возможностями организма;
- общение: принятие правил, ответственность как за собственные учебные достижения, так и за результаты в рамках «общего дела»;
- творчество: освоение подходов к разработке моделей управления как реальными, так и воображаемыми объектами, конструирование и программирование реалистических копий реальных и воображаемых объектов;
- игра: игра в команде, индивидуальные соревнования;
- труд: усвоение позитивных установок к труду и различным современным технологиям из области электроники, нейротехнологий, программирования, робототехники.

Форма организации учебных занятий:

- лекция;
- техническое соревнование;
- игра-квест;
- экскурсия;
- индивидуальная защита проектов;
- творческая мастерская;
- творческий отчет.

Типы учебных занятий:

- первичного ознакомления с материалом;
- усвоение новых знаний;
- комбинированный;
- «интрига»

- практические занятия;
- закрепление, повторение

Формы контроля освоения обучающимися планируемого содержания.

Диагностика эффективности образовательного процесса осуществляется в течение всего срока реализации программы. Это помогает своевременно выявлять пробелы в знаниях, умениях обучающихся, планировать коррекционную работу, отслеживать динамику развития детей. Для оценки эффективности образовательной Программы выбраны следующие критерии, определяющие развитие интеллектуальных и технических способностей обучающихся: развитие памяти, воображения, образного, логического и технического мышления.

Проверка достигаемых обучающимися образовательных результатов производится в следующих формах:

- текущий рефлексивный самоанализ, контроль и самооценка обучающихся выполняемых заданий (индивидуальная устная проверка, контрольные упражнения);
- результат выполнения обучающимися практических заданий на каждом занятии;
- взаимооценка обучающимися работ друг друга;
- итоговый ежегодный контроль обучающихся;
- промежуточное и итоговое тестирование обучающихся по итогам усвоения содержания образовательной программы.

Итоговая оценка развития личностных качеств воспитанника производится по трём уровням:

- «высокий»: положительные изменения личностного качества воспитанника в течение учебного года признаются как максимально возможные для него;
- «средний»: изменения произошли, но воспитанник потенциально был способен к большему;
- «низкий»: изменения не замечены.

Результатом усвоения обучающимися Программы по каждому уровню Программы являются: устойчивый интерес к занятиям по техническому моделированию и нейротехнологиям, результаты достижений в соревнованиях, выставках и конкурсах внутри объединения, областных, всероссийских и международных конкурсах-выставках.

Учебно-методические средства обучения

- специализированная литература по нейротехнологиям, подборка журналов,
- наборы технической документации к применяемому оборудованию,
- образцы моделей и систем, выполненные обучающимися и педагогом,
- плакаты, фото и видеоматериалы,
- учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактический, информационный, справочный материалы на различных носителях, компьютерное и видео оборудование.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

Педагогические технологии.

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;

- кейс-технология;

- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;

- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, творчества.

- проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;

- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

Материально-техническое обеспечение

Программа реализуется на базе Белгородского регионального детского технопарка «Кванториум».

Оборудование и техническое оснащение:

- помещение - учебный кабинет, оформленный в соответствии с профилем проводимых занятий и оборудованный в соответствии с санитарными нормами;

- доска магнитно-маркерная;

- проектор с экраном;

- набор микроскопов, с возможностью демонстрации наблюдений с помощью встроенной видеокамеры;

- инвазивный нейроинтерфейс для насекомых, Набор хирургических инструментов, Морозильная камера;

- неинвазивный, беспроводной нейроинтерфейс;

- робототехнические конструкторы;

- Bluetooth передатчики;

- конструкторы биосигналов "Юный нейромоделист. Профессионал";

- набор объектов управления. "Юный нейромоделист. Профессионал";

- учебный комплект на базе контроллера Arduino;

- лабораторные блоки питания;

- ноутбуки;

- высокопроизводительные компьютеры с графическими процессорами, поддерживающими технологию CUDA;

- зарядные устройства для аккумуляторных батарей ;
- высокоточный электроэнцефалограф;
- очки для трекинга глаз;
- мобильный робот с поддержкой технологии глубинного обучения (Deep Learning Robot);
- 3D-принтеры.

Список использованной литературы

1. Закон РФ «Об образовании».
2. Локхард П.. Плач математика [электронный ресурс]. URL: <https://nbspace.ru/math/> (дата обращения 20.11.2016)
3. Деркач А. М. Кейс-метод в обучении // Специалист. — 2010. — N 4. — С. 22-23.
4. Никулин С.К., Полтавец Г.А., Полтавец Т.Г. Содержание научно-технического творчества учащихся и методы обучения. М.: Издательство МАИ. 2004.

Список литературы для обучающихся

1. Кирой В.Н. Интерфейс Мозг-Компьютер (история, современное состояние, перспективы). Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2011, 240 с.
2. Вьюгин В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. М.: МЦНМО, 2013, 390 с.
3. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2016, 302 с.
4. Домингос Педро. Верховный алгоритм. Как машинное обучение изменит наш мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016, 336 с.
5. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. Пер. с англ. А. А. Слинкина. - М.: ДМК Пресс, 2015, 400 с
6. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. СПб.: БХВ-Петербург, 2012, 256 с.
7. Романюк Ю.А. Основы цифровой обработки сигналов: в 3 ч. Ч. 1: Свойства и преобразования дискретных сигналов. / Москва: Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), 2005, 332 с.