

ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности
«Информационные технологии»
10–11 класс
68 часов

I. Планируемые результаты освоения учебного курса

Личностные:

- формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки;
- готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- развитие воображения, трудовых умений и навыков, умение планировать работу, предвидеть результат и достигать его;
- развитие навыков сотрудничества со сверстниками, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов.

Метапредметные:

- умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности;
- использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности;
- выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;
- применение навыков познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности в повседневной жизни;
- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении прикладных задач.

Предметные:

- владение базовыми элементами теории вероятностей, методов математической статистики и методов машинного обучения;
- умение находить закономерности в данных, разрабатывать математические модели и модели машинного обучения на эти данные;
- умение выполнять численный анализ данных и визуализировать полученные результаты на языке Python;
- владение практическим опытом решения задач с применением методов математической статистики и машинного обучения;
- умение управлять жизненным циклом изделия;
- умение моделировать процессы и проводить структурный анализ;
- умение моделировать поведение сложных систем;
- умение моделировать трехмерные модели и исправлять их недостатки;
- умение контролировать качество деталей напечатанных на аддитивном станке;
- умение работать с 3D-принтерами;
- формирование представления об основных изучаемых понятиях — «информация», «алгоритм», «модель», «логика», «функция» — и их свойствах;
- развитие алгоритмического мышления, необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе;
- формирование умений формализации и структурирования информации, умения выбирать способ представления данных в соответствии с поставленной задачей;

- выполнять без использования компьютера («вручную») несложные алгоритмы управления исполнителями и анализа числовых и текстовых данных, записанные на конкретном языке программирования с использованием основных управляющих конструкций последовательного программирования (линейная программа, ветвление, повторение, вспомогательные алгоритмы);
- составлять алгоритмы управления исполнителями и анализа числовых и текстовых данных с использованием основных управляющих конструкций последовательного программирования и записывать их в виде программ на выбранном языке программирования; выполнять эти программы на компьютере;
- познакомиться с понятием «управление», с примерами того, как компьютер управляет различными системами (роботы, летательные и космические аппараты, станки, оросительные системы, движущиеся модели и др.);
- познакомиться со средой программирования микроконтроллеров разобрать примеры алгоритмов управления, разработанными в этой среде.

II. Содержание учебного курса

Учебный курс состоит из двух модулей:

1. Инвариантный модуль «Робототехника» изучается в 10 классе в объеме 34 часа.
2. Один из модулей на выбор: «Программирование микроконтроллеров», «Создание цифровых двойников», «Основы технологий искусственного интеллекта», «Информационная безопасность и технологии связи» изучается в 11 классе в объеме 34 часа.

Направление «Робототехника» (Инвариантный модуль. 10 класс. 34 часа.)

Робототехника в России и в мире. Инженерные основы конструирования. Основы программирования на Си. Программирование робототехнического контроллера. Виды механических передач. Передаточное число. Момент силы. Датчики, актуаторы. Мобильный робот. Точное перемещение. Обратная связь. ТАУ. Работа с серводвигателем. Манипулятор. Удаленное управление. Детектирование линии по камере. Определение цветов. Определение и отслеживание однотонных объектов. Распознавание формы и размера объекта. Обработка изображений. Распознавание ARTag меток. Сортировка. Использование гироскопа для навигации мобильного робота. Навигация и построение карт маршрута.

Направление «Программирование микроконтроллеров» (11 класс 34 часа)

3. Основы микропроцессорной техники

Отличие микроконтроллеров и микропроцессоров. Ключевые этапы эволюции микроконтроллеров. Области применения микроконтроллеров и их влияние на развитие робототехники, технологии производства и других областей. Современные семейства микроконтроллеров. Источник питания. Центральный процессор. Память. Порты ввода-вывода. Генератор тактовых импульсов. Обработка прерываний от различных источников. Типы адресации в памяти. Регистры. Работа со стекком. Машинный код. Языки программирования низкого

уровня. Синтаксис языка Assembler. Примеры программ. Характеристики и архитектура микроконтроллеров ATmega. Элементы обвеса платы, их характеристики и назначение. Различные варианты плат Arduino и их особенности. Синтаксис C++. Переменные. Функции библиотеки. Функции setup и loop. Работа с пинами Arduino. Назначение различных режимов работы цифровых пинов.

4. Работа с датчиками

Схема разводки макетной платы. Построение электрических цепей про помощи макетной платы. Датчик линии. Датчик положения. Датчик дыма. Использование размыкания и замыкания цепи для создания датчиков при помощи макетной платы. Датчик протечки. Фотопара. Схема сигнализации. Интерпретация аналогового сигнала в цифровой аппаратуре. Датчик температуры. Датчики расстояния. Барометр. Датчик силы.

5. Управление внешними устройствами

Устройство двигателя постоянного тока. Использование транзисторов в драйверах двигателей постоянного тока. Расширения для Arduino, позволяющие управлять двигателями. Устройство шагового двигателя. Драйверы шаговых двигателей и их использование в среде Arduino. Системы обратной связи в двигателях. Определение положения сервопривода. Области использования сервоприводов и базовые приёмы работы. Использование ШИМ для управления мощностью нагрузки. Понятие скважности.

6. Реализация проектов электронных и роботизированных устройств

Разработка устройств «Умного дома». Разработка моделей мобильных роботизированных устройств. Разработка моделей промышленных роботизированных устройств.

Направление «Создание цифровых двойников»

1. Быстрое производство

Виды технологий изготовления изделий и их особенности. Заготовки деталей и их назначение. Производственные и технологические процессы. Точность изготовления деталей. Технологичность изделий и ее обеспечение. Документация, применяемая на производстве. Аддитивные технологии. Базовый принцип изготовления. Основные виды аддитивного оборудования и их функционирование. Используемые материалы. Сферы применения. Аддитивное оборудование, использующее технологию FFF и его особенности. Структура трехмерных принтеров. Используемые компоненты. Алгоритм работы трехмерного принтера. Аддитивное оборудование, использующее технологию SLA\DLP и его особенности. Структура трехмерных принтеров. Используемые компоненты. Алгоритм работы трехмерного принтера. Аддитивное оборудование, использующее технологию MJM (PolyJet) и его особенности. Контроль знаний по основам производства и трехмерной печати. Средства выделения полигональных поверхностей. Создание трубчатых поверхностей. Объединение и разделение поверхностей. Обрезка поверхностей. Операции выдавливания и смещения. Изменение уровня полигонизации. Выравнивание поверхностей и работа с примитивами. Сглаживание поверхностей. Трансформация поверхностей.

Смещение и настройка границ. Применение кистей при работе с моделью в объеме. Применение кистей при работе с моделью на плоскости. Использование инструментов трансформации для смещения и масштабирования моделей. Создание зеркальных поверхностей. Использование булевых операций с поверхностями. Группировка поверхностей модели. Создание тонкостенных моделей. Применение поверхностных паттернов. Анализ областей малой толщины. Анализ нависающих областей на модели. Генерация специализированных поддерживающих элементов для печати. Индивидуальная работа по редактированию полигональной модели и подготовке ее к трехмерной печати. Анализ конструкции изделия. Подбор материалов с учетом требований к изделию. Выбор технологии трехмерной печати. Определение настроек для печати расплавленной нитью. Импорт трехмерной модели в программное обеспечение для печати расплавленной нитью и ее настройка. Подготовка управляющей программы для печати расплавленной нитью. Определение настроек для фотополимерной печати. Импорт трехмерной модели в программное обеспечение для фотополимерной печати и ее настройка. Подготовка управляющей программы для фотополимерной печати. Изготовление изделия на фотополимерном трехмерном принтере. Изготовление изделия на принтере с расплавленной нитью. Извлечение изделия из трехмерного принтера и визуальный анализ качества. Измерение размеров изделия.

2. Программная разработка цифровых двойников

Понятие цифрового двойника и их виды. Понятие процесса создания цифрового двойника. Основы создания PLM-объектов. Знакомство с интерфейсом САД-системы.

Создание эскизов. Настройка эскизов. Создание базовых элементов и профилей. Создание эскизов сложной формы. Способы формирования тел на основе эскизов. Использование операций выдавливания. Применение средств многоуровневого выдавливания тел. Создание конструкций на основе операции вращения. Построение различных типов отверстий. Создание тонкостенных элементов. Создание типовых конструкций на основе операции выдавливания и вращения. Работа с размерами и отклонениями при моделировании. Определение параметрических связей между элементами модели. Создание трехмерных сборок. Основные функции и задачи. Взаимное позиционирование компонентов в трехмерной сборке. Уровни параметризации в системах проектирования. Программная генерация моделей. Знакомство с системой программного твердотельного моделирования. Основные конструкции и структура модели. Применение булевых операций. Операции перемещения и поворота. Упражнение по созданию первой модели. Проектирование параметрических моделей. Применение циклов. Упражнение по созданию параметрических массивов. Использование модулей для сокращения описания моделей. Применение условий и математических операций.

3. Управление жизненным циклом изделия

ИПИ-технологии. Жизненный цикл изделий. Текущий контроль.

4. Реверсивный инжиниринг

Упражнение по созданию комплексной модели. Самостоятельный проект по параметрическому моделированию, работе с размерами. Моделирование динамических систем, процессов и эксплуатационных условий. Симуляция

работы оборудования. Виды инженерного анализа. Структурный анализ. Основные виды структурного анализа. Требования для выполнения симуляции. Инструментарий для структурного анализа. Поиск и импорт моделей для симуляции. Определение компонентов для анализа. Выбор типа решателя. Настройка материала. Определение вида соединителей для компонентов. Настройка закреплений. Указание нагрузок. Настройка симуляции. Настройка окружения. Выполнение упражнений с симуляцией нагрузок.

Направление «Основы технологий искусственного интеллекта»

1. Математические основы технологий искусственного интеллекта

Основные принципы и подходы к моделированию. Классификация математических моделей. Бытовое понятие о вероятности. Сложение вероятностей совместных и несовместных событий. Перестановки, выборки и сочетания. Примеры. Понятие условной вероятности. Формула Байеса. Теорема о полной вероятности. Дискретная случайная величина. Схемы повторения испытаний. Формула Пуассона. Законы распределения дискретной случайной величины. Непрерывная случайная величина. Функция распределения. Плотность распределения. Равномерный закон распределения. Нормальный закон распределения. Что такое статистические оценки и чем занимается математическая статистика? Эмпирическая функция распределения. Принципы построения гистограмм. Ядерная оценка плотности распределения. Выборочное среднее. Выборочная дисперсия. Выборочное среднее квадратическое отклонение. Выбор функции распределения как вероятностной модели случайной величины. Вероятностная модель как смесь распределений. Смесь распределений Гаусса. Примеры. Точечные оценки параметров распределения. Метод максимального правдоподобия. Понятие вектора и матрицы. Операции над матрицами. Матричные произведения. Специальные виды матриц. Обратная матрица. Понятие СЛАУ. Методы решения СЛАУ (обзорно). Метод Гаусса. Выборочные коэффициенты корреляции. Корреляционная матрица. Уравнение прямой и задача регрессии. Множественная регрессия. Оценка качества регрессионной модели. Понятие вероятностного интервала. Примеры. Расстояние между объектами. Типы кластеров. Методы кластеризации (обзорно). Метод ближайшего соседа. Метод k-means. Кластеризация с помощью вероятностных моделей: разделение смеси Гауссовых распределений (дискриминантный анализ). Методы классификации. Логистическая регрессия. Использование градиента в задачах оптимизации и машинного обучения. Метод градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск.

2. Анализ и визуализация данных

Какие бывают данные. Понятия числовых, категориальных данных. Способы представления информации. Основные задачи анализа данных: классификация, регрессия, кластеризация (повторение). Понятие функции и аргумента. Зависимость и независимость. Построение графика функции по табличным значениям. Понятие гистограммы как способа представления табличных данных, примеры (повторение). Понятие распределения (повторение) и способы визуализации различных распределений. Базовые типы данных в Python: численные, строковые, логические переменные. Циклы. Функции. Структуры данных в Python: списки, множества и словари - примеры создания и основные

операции с ними. Понятие list comprehension. Пример реализации функции одной переменной. Импорт модулей и функций. Основные конструкции библиотеки numpy как библиотеки для высокопроизводительных вычислений. Векторизация вычислений. Создание массивов, одномерные и многомерные массивы. Вычисление основных статистических показателей матрицы с помощью numpy: минимум, максимум, среднее, argmax и др. Примеры. Основные конструкции библиотеки pandas. Чтение файлов и запись в файл. Понятие pandas.DataFrame и pandas.Series. Выгрузка данных по условию. Создание таблиц. Агрегация и слияние имеющихся данных. Выполнение сложных запросов к датасету. Библиотека matplotlib и визуализация данных. Построение графика функции и создание своего стиля для графика. Линейные и логарифмические шкалы, выбор масштаба представления данных. Гистограммы в matplotlib. Примеры построения нескольких независимых графиков в одном окне: метод subplots(). Сохранение графиков в виде изображения. Понятие корреляции (повторение). Ложные корреляции. Виды зависимостей данных друг от друга. Понятие кросс-корреляции, автокорреляции и свёртки. Понятие ранговых списков. Корреляция Пирсона и корреляция Спирмена. Вычисление попарных корреляций и корреляционных таблиц средствами numpy и pandas. Heatmap и графическое представление таблиц данных. Задача обучения с учителем. Обучение по прецедентам. Объекты и целевые переменные. Понятие функции ошибок. Тренировочная и тестовая выборка. Задачи классификации и регрессии – сходства и различия. Данные для обучения в виде таблиц значений. Задачи обучения без учителя и data mining. Обзор: кластеризация, корреляционный анализ, понижение размерности. Алгоритмы кластеризации (повторение). Библиотека scikit-learn и её использование для кластеризации данных в Python. Изменение параметров методов кластеризации и проверка качества кластеризации. Метрики кластеризации и их реализация в Python. Реализация алгоритмов KNN, SVM и Kmeans в библиотеке scikit-learn. Примеры и визуализация. Понятие линейной регрессии (повторение). Понятие весовых коэффициентов и настройка параметров модели. Отбор признаков и работа с данными. Скалирование и центрирование данных. недообучение и переобучение. Понятие регуляризации. Регуляризация модели линейной регрессии – подходы Lasso и Ridge и их отличия. Случай нелинейной зависимости, полиномиальная регрессия. Примеры и упражнения на Python. Логистическая регрессия как модель бинарной классификации. Целевая переменная и виды функции ошибок для задач классификации. Понятие функции активации и её виды: линейная, сигмоида, гиперболический тангенс, ReLU. Примеры и упражнения на Python. Изображение как матрица. Понятие RGB изображения и примеры других цветовых пространств. Понятие яркости и контраста. Основы обработки изображений: фильтрация, бинаризация, выделение границ, размытие. Загрузка изображений в Python и использование библиотеки matplotlib для работы с изображениями. Примеры и упражнения по обработке изображений в Python.

3. Параллельная обработка и управление большими данными

Обработка цифровой, символьной, текстовой и табличной информации. Реляционные и NoSQL базы данных, их отличия, области применения, примеры использования. Строковые, целочисленные, дробные, дата, время. Понятие таблицы, ключа. Нормальные формы. Ключи, первичные и внешние ключи.

Создание таблиц, вставка, выборка, удаление, изменение данных. Создание ключей на колонки. Выборка данных из таблиц, фильтрация, сортировки, группировки, слияние, подзапросы. Основные задачи и этапы проектирования баз данных. Концептуальное, Логическое, Физическое проектирование. Чтение данных, обработка и запись в различные форматы. Достоинства и недостатки распределенной обработки данных. Способы распределения данных: централизованный, децентрализованный, смешанный. Компоненты экосистемы Apache Spark, Особенности Apache Spark, RDD и особенности использования, трансформации и действия. Знакомство со Spark-shell, Написание программ в Apache Spark, чтение и запись данных. Понятие DataFrame, Использование DataFrame вместо RDD, простые запросы, фильтрация и агрегация. Продвинутые операции: join, broadcast, udf, udaf.

4. Введение в машинное обучение

Классификация моделей искусственного интеллекта по Расселу и Норвигу. Имитация когнитивных функций человека современными моделями машинного обучения. Определения машинного обучения. Опыт, задача, качество решения. Способы задания входных данных для алгоритма машинного обучения. Обобщающая способность модели. Дилемма смещения-разброса, понятие недообучения и переобучения. Обучение с учителем (карта методов). Разметка данных. Функции потерь. Тренировочная, тестовая (контрольная), валидационная (проверочная) выборка. Кросс-валидация. Метрики качества бинарной классификации. ROC-AUC и Precision-Recall кривые. Метрики качества для несбалансированных выборок. Обучение без учителя. Метрики качества для оценки результатов кластеризации. Модулярность. Коэффициент силуэта. Semi-supervised обучение. Обучение с подкреплением. Метрики расстояния (Манхэттенская, евклидово расстояние, косинусное расстояние). Метод ближайших соседей. Подбор числа соседей. Метод опорных векторов для случая линейно разделяемой выборки. Решающие правила. Конструирование решающих правил. Решающие деревья. Метрики информативности. Подрезка решающих деревьев. Бэггинг. Случайный лес. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Обучение смеси гауссианов. EM-алгоритм. Алгоритмы тематического моделирования. Вероятностный латентно-семантический анализ. Алгоритм K средних. Применение EM-алгоритма для алгоритма K средних. Иерархическая кластеризация. Интерпретация дендрограмм. Кластеризация на графах. Методы детектирования аномалий. Многомерное шкалирование. Метод главных компонент. Методы обучения представлений для текстовых данных. Методы обучения представлений для графовых данных. Агент и среда. Система подкрепления. Способы обучения с подкреплением. Задача о многоруком бандите. Q-обучение. Типология нейронных сетей. Однослойные модели нейронных сетей. Правило Хебба. Карты Кохонена. Алгоритм обратного распространения ошибки. Способы борьбы с переобучением для нейронных сетей. Принцип построения иерархических признаков. Архитектура сверточной нейронной сети. Слои свертки и субдискретизации. Реализация операций пулинга. Современные архитектуры сверточных нейросетей: ImageNet, VGG16. Архитектура сети RNN. Архитектура сети LSTM. Архитектура сети GRU. Примеры использования рекуррентных сетей в области машинного перевода и прогнозирования временных рядов. Ограниченная машина Больцмана. Автоэнкодеры. Сети глубокого доверия. Генеративно-сопоставительная сеть.

Направление «Информационная безопасность и технологии связи»

1. Проводные локальные сети и их безопасность

Вводное занятие. Сеть Интернет. Пакетные сети. Передача данных пакетным способом. Сети передачи данных. Услуги в IP-сетях. Классификация сетей связи: от PAN до GAN. Изучение элементов сети передачи данных с использованием сетевой инфраструктуры класса TC. Виды сетевого кабеля. Принципы построения сетей передачи данных. Шина данных. Шина, звезда, кольцо. Соединение устройств через концентратор (hub). Соединение устройств точка-точка.

2. Беспроводные локальные сети и их безопасность

Особенности среды передачи по радиоканалу. Эволюция систем радиосвязи. Методы сканирования радиоэфира. Определение существующих беспроводных сетей. Аналоговые (1G), цифровые (2G), цифровые универсальные (3-5G). Соты, Handover, Rouming. Идентификаторы IMSI и IMEI. Технологии Wi-Fi (802.11) и Wi-Max (802.16). SSID идентификаторы. Применяемые типы шифрования. Беспроводные компьютерные сети. Мобильные точки доступа.

3. Серверы

Вводное занятие. Мультимедийные сервисы: IP-телефония, передача данных, передача видео. Понятие сервер услуг. Понятие телефонной станции. Видеотрансляции. Видео-сервер. Видеосервисы. IPTV. Мультимедийные службы мгновенных сообщений. Современные технологии IP-телефонии. Технология VoIP. Протоколы RTP и SIP. Концепция IMS. Идентификаторы Public и Private UI. Работа «Настройка программного телефона»: настройка учетной записи на программном телефоне для работы с IP-АТС. Определение с помощью сетевого анализатора, успешно ли прошла регистрация телефона на IP-АТС. Работа «Подключение IP-телефона на мобильном устройстве к Wi-Fi сети комплекта сетевой инфраструктуры класса TC»: конфигурация Wi-Fi на маршрутизаторе и проверка доступности IP-АТС с мобильного устройства. Работа «Анализ трафика IP-телефонии». Работа «IP-АТС Asterisk». IP-адресация и конфигурация IP-адресов на сетевых устройствах. Сетевые интерфейсы. Конфигурация маршрутизатора. Маршрутизация. Настройка взаимодействия нескольких сетей. Ручное и автоматическое назначение IP-адресов. Работа «Добавление ПК в сеть в ручном режиме»: Настройка на ПК адресации для работы в проводной сети. Указание с помощью графического интерфейса программы Wicd - IP-адреса, сетевой маски, шлюза и DNS-сервера на ПК. Сброс IP-адреса на ПК, проверка работы сетевых библиотек с помощью программы gnome-nettool, настройка IP-адреса на ПК с помощью программы Wicd, сбор информации о работе канального уровня с помощью утилит mii-tool и ethtool. Работа «Маршрутизация ПК тренажера»: изучение таблицы маршрутизации ПК с помощью графической программы gnome-nettool и консольной команды ip route.

4. Мультиагентные системы

Типология и метрики качества алгоритмов машинного обучения. Метрические алгоритмы классификации.

III. Тематическое планирование

Направление «Робототехника»

№	Темы	Количество часов
	Введение в робототехнику. Основы конструирования и программирования	
1.	Робототехника в России и в мире. Инженерные основы конструирования	1
2.	Основы программирования на Си. Программирование робототехнического контроллера	2
3.	Виды механических передач. Передаточное число. Момент силы	2
4.	Датчики, актуаторы. Мобильный робот. Точное перемещение	4
5.	Обратная связь. ТАУ	7
	Манипуляционные системы. Удаленное управление	
6.	Работа с серводвигателем. Манипулятор	3
7.	Удаленное управление	1
	Машинное зрение	
8.	Детектирование линии по камере	2
9.	Определение цветов. Определение и отслеживание однотонных объектов	2
10.	Распознавание формы и размера объекта	2
11.	Обработка изображений. Распознавание ARTag меток	1
12.	Сортировка	1
	Автономное перемещение робота и ориентация в пространстве	
13.	Использование гироскопа для навигации мобильного робота	3
14.	Навигация и построение карт маршрута	3
	Всего	34

Направление «Программирование микроконтроллеров»

№	Темы	Всего
1.	Основы микропроцессорной техники	6
2.	Работа с датчиками	10
3.	Управление внешними устройствами	10
4.	Реализация проектов электронных и роботизированных устройств	8
	Всего	34

Направление «Создание цифровых двойников»

№	Темы	Всего
1.	Быстрое производство	4
2.	Программная разработка цифровых двойников	10
3.	Управление жизненным циклом изделия	10
4.	Реверсивный инжиниринг	10
	Всего	34

Направление «Основы технологий искусственного интеллекта»

№	Темы	Всего
1.	Математические основы технологий искусственного интеллекта?	4
2.	Анализ и визуализация данных на Python	10
3.	Параллельная обработка и управление большими данными	4
4.	Введение в машинное обучение	16
	Всего	34

Направление «Информационная безопасность и технологии связи»

№	Темы	Всего
1.	Проводные локальные сети и их безопасность	10
2.	Беспроводные локальные сети и их безопасность	10
3.	Серверы	10
4.	Мультиагентные системы	4
	Всего	34

Программа курса внеурочной деятельности «Информационные технологии» предусматривает следующие формы и виды деятельности:

- семинар;
- практика;
- соревнование;
- конференция.

Перечень используемого оборудования:

- Образовательный набор «Амперка» (Iskra Uno);
- Образовательный набор «Введение в Интернет вещей»;
- Комплект на класс: лабораторный модуль ЛМИЛ (на 30 учеников);
- Базовый набор учебного манипулятора;
- Учебный комплект изучения робототехнических ячеек;
- Базовый набор многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов;
- Многофункциональный комплект по аддитивным и субтрактивным технологиям;
- Лазерный резчик/гравировщик;
- 3D-Сканер ручной;

Расходные материалы:

- Пластик для 3D-принтера черный;
- Пластик для 3D-принтера белый;
- Пластик для 3D-печати;
- Листовой материал тип 1 (фанера);
- Листовой материал тип 2 (оргстекло).

Перечень оборудования может быть расширен и дополнен образовательной организацией.