

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по МПВР
НИУ МИЭТ

Добрынина М.В.



« 30 » апреля 2025г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Прототипирование»

(Ознакомительный уровень)

Направленность: техническая

Возраст обучающихся: 12-17 лет

Срок реализации программы: 3 месяца

Количество часов в год: 48 ак.ч.

Автор-составитель: Александровский Егор Валерьевич,
учебный мастер ЦТПО МИЭТ

МОСКВА
2025

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Прототипирование» имеет техническую направленность.

Уровень программы

Уровень программы – ознакомительный.

Актуальность программы

Перед запуском в производство какого-либо изделия большинство компаний сначала проводят его тестирование с целью определения соответствия образца предъявляемым к нему требованиям. Новые технологии позволяют значительно снизить затраты времени и средств на выполнение этой задачи. Зачастую для этого применяют 3D-прототипирование.

Прототипирование – это создание полной или частичной модели готовящегося к производству изделия (прототипа). Изготовленный прототип подходит для оценки функциональности и свойств изделия, а также для демонстрации его целевой аудитории.

В настоящее время большинство прототипов изготавливаются средствами 3D-печати с помощью специальных 3D-принтеров. Существует несколько технологий 3D-печати, наиболее распространенная и простая из которых – FDM технология. Данная аддитивная технология заключается в последовательном послойном наплавлении материала согласно заданным цифровой моделью контурам. В качестве материала используются различные виды твердых и гибких пластиков, сплавы металлов, керамика, воск, а также различные композитные смеси, способные обладать свойствами и внешним видом самых разных материалов (например, древесины).

Прототипирование с помощью трехмерной печати применяется в таких отраслях, как машиностроение, ракетостроение, робототехника, протезирование, строительство, прототипирование и многих других. С помощью 3D-принтеров создаются прототипы деталей машин, оружия, электронных устройств, предметы мебели, одежда и даже ювелирные украшения. С каждым годом список используемых в печати материалов пополняется, возможности 3D-принтеров расширяются, а сама технология находит применение в новых областях.

Получение знаний и навыков в области 3D-прототипирования предоставляет перспективы работы в перечисленных выше областях производства. Овладение базовыми навыками 3D-печати возможно уже в школьном возрасте и будет хорошим стартом для становления молодого специалиста в технической области. Таким образом, данная программа предлагает получение актуальных и востребованных в современном мире знаний и навыков, учитывает возрастные особенности обучающихся и является педагогически целесообразной.

Цель программы

Цель программы - повышение заинтересованности молодежи в выборе технических направлений для обучения в высших учебных заведениях посредством овладения навыками в области 3D-печати.

Задачи программы:

Обучающие:

- Обучить базовым технологиям и принципам, лежащим в основе 3D-печати
- Познакомить со способами аппаратной реализации данных технологий и принципов
- Ознакомиться со свойствами различных материалов, используемых при создании прототипов методами 3D-печати
- Получить практические навыки использования с 3D-принтера с целью изготовления деталей, получить навыки ручной обработки деталей с использованием различных инструментов
- Дать представление об устройстве реального сложного технического устройства

Развивающие:

- Развить способность прогнозировать промежуточные и конечные результаты своих действий, а также возможные ошибки при 3D-печати объектов
- Развить умение довести проект от идеи до реализации
- Развить коммуникативные навыки и умение работать в команде

Воспитательные:

- Сформировать умение критично относиться к результатам своей и чужой работы и вносить необходимые коррективы
- Развить интерес к техническим наукам
- Сформировать мотивацию к дальнейшему развитию в области 3D-печати

Учащиеся, для которых программа актуальна

Возраст обучающихся по данной программе: 12–17 лет.

Формы и режим занятий

Форма обучения – очная, групповая.

Количество обучающихся в группе: до 15 человек

Занятия проходят 2 раз в неделю по 2 ак.ч в день. Предусмотрен перерыв продолжительностью 15 минут в конце каждого учебного часа.

Срок реализации программы

Срок реализации программы – 3 месяцев. Общее количество учебных часов, запланированных на весь период обучения, - 48 часов.

Планируемые результаты

По итогам 3 месяцев обучения учащиеся будут

знать:

- Основные технологии и принципы, которые лежат в основе 3D прототипирования
- Основные пути аппаратной реализации технологии 3D-печати

уметь:

- Создавать 3-д модель целевого изделия или детали
- Изготавливать созданную модель средствами 3D-печати
- Подбирать типы пластика для печати моделей с определенными свойствами

Личностные результаты:

- Любознательность, трудолюбие, целеустремленность, организованность;

Метапредметные результаты:

- Учащиеся получают возможность развить умение отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений
- Учащиеся получают возможность научиться формулировать свои затруднения, ставить вопросы, обращаться за помощью, предлагать помощь и сотрудничество;
- Учащиеся получают возможность освоить навыки планирования реализации поставленных задач

2 ФОРМЫ АТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Формы контроля

Реализация программы «Прототипирование» предусматривает входную диагностику, текущий и промежуточный контроль, итоговую аттестацию обучающихся.

Входная диагностика осуществляется в форме опроса с целью выявления уровня знаний обучающихся.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса учащихся по теме изучаемого материала.

Промежуточный контроль осуществляется в форме тестирования по пройденному материалу.

Итоговая аттестация проводится в форме защиты учащимися своих проектов.

Основным механизмом выявления результатов воспитания является педагогическое наблюдение.

Публичная презентация образовательных результатов осуществляется в форме участия обучающихся в выставках и олимпиадах.

Средства контроля

Контроль освоения программы осуществляется путем оценивания приведенных в таблице ниже критериев.

Оцениваемые параметры	Уровни и критерии результативности обучения		
	Базовый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1. Знания в области техники безопасности			
1.1 Знание правил техники безопасности при работе с инструментами и оборудованием лаборатории	Требуется постоянный контроль педагога за выполнением правил техники безопасности при работе с инструментами и оборудованием	Требуется периодическое напоминание о правилах безопасности при работе с инструментами и оборудованием	Обучающийся четко соблюдает правила техники безопасности при работе с инструментами и оборудованием
2. Теоретические знания			
2.1 Знание классификации 3D-принтеров и их назначение	Знает основные области применения 3D-принтеров	Знает классификацию 3D-принтеров, их назначение	Знает классификацию 3D-принтеров, их назначение. Может назвать отличия свойств одного типа пластика от другого.
3. Практические умения и навыки			
3.1 Умение собрать аппаратную часть 3D-принтера объектов	Обучающийся с трудом собирает элементы 3D-принтера, не может самостоятельно определить назначение элементов, отвечает лишь на некоторые поставленные вопросы.	Обучающийся удовлетворительно собирает элементы 3D-принтера, может самостоятельно определить назначение некоторых элементов, с ошибками отвечает на поставленные вопросы	Обучающийся хорошо собирает элементы 3D-принтера, может самостоятельно определить назначение всех элементов, отвечает на поставленные вопросы.

3.2 Умение работы на 3D-принтере	Обучающийся может самостоятельно включить 3D-принтер, не может самостоятельно выбрать файл 3D-модели для печати, произвести необходимые перед 3D-печатью настройки и запустить процесс 3D-печати.	Обучающийся может самостоятельно включить 3D-принтер и выбрать файл 3D-модели для печати, с помощью преподавателя может произвести необходимые перед 3D-печатью настройки и запустить процесс 3D-печати.	Обучающийся может самостоятельно произвести все действия, необходимые для начала 3D-печати: включить 3D-принтер, выбрать файл 3D-модели для печати, произвести необходимые перед 3D-печатью настройки и запустить процесс 3D-печати.
4. Личностные качества обучающегося			
4.1 Самостоятельность	Обучающийся не может работать самостоятельно	Обучающийся стремится работать самостоятельно, но это не всегда удается	Обучающийся умеет работать самостоятельно
4.2 Коммуникабельность	Обучающийся не идет на контакт с педагогом и товарищами	Обучающийся достаточно свободно общается с педагогом и товарищами, не стесняется обращаться за помощью, но при этом не всегда помогает товарищам	Обучающийся свободно общается с окружающими, всегда при необходимости помогает товарищам
4.3 Трудолюбие	Обучающийся не аккуратен, неохотно исправляет ошибки	Обучающийся старается быть аккуратным, охотно исправляет ошибки	Обучающийся аккуратен в работе, самостоятельно находит и исправляет ошибки

Позиции педагогического наблюдения:

- Позиционирование себя членом коллектива
- Активность участия в мероприятиях коллектива и за его пределами
- Участие в социально-значимых мероприятиях и акциях

3 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации (контроля) по разделам
		Всего	Теорети- ческих	Практи- чески х	
1	Вводное занятие	2	2	0	Опрос
2	Основы прототипирования	8	4	4	Опрос, тестирование
3	Изучение видов 3D-принтеров, пластиков для домашней печати и не полимерных материалов для промышленной печати.	8	4	4	Опрос, тестирование
4	Изучение основ 3D-моделирования в САПР Компас3D и работы со слайсером Cura.	4	1	3	Опрос, тестирование
5	Изучение инструментов создания моделей сложных форм. Применение математических функций при формировании объема.	6	2	4	Опрос, тестирование
6	Печать деталей с их последующей ручной обработкой на 3D-принтерах. Приобретение практических навыков установки уровня печатного стола, его температуры и температуры сопла печатающей головы.	6	1	5	Опрос, тестирование
7	Печать деталей на принтерах с соплом смешивания пластиков. Метод слайсинга для получения цветной модели.	4	1	3	
8	Проектная деятельность	8	1	7	Опрос, тестирование
9	Итоговое занятие. Демонстрация полученных знаний и навыков, презентация разработанных конструкций.	2	1	1	Защита проекта
	Итого	48	17	31	

Содержание учебно-тематического плана

1. Вводное занятие

Теоретическая часть. Собеседование с обучающимися (и родителями) для определения мотивации к занятиям по программе. Инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности при работе в компьютерном классе. Правила поведения в ЦТПО «МИЭТ». Цель, задачи и содержание обучения по программе. Ознакомление с программами САПР. Демонстрация видео и анимационных фильмов, моделей, созданных в программах САПР.

2. Основы прототипирования

Теоретическая часть. Области применения прототипирования, используемые в прототипировании технологии и аппаратные средства. Методика изготовления деталей с помощью 3D-печати и применяемые при этом материалы.

3. Работа с 3D-принтером

Теоретическая часть. Изучение принципов работы 3D-принтера, изучение его конструкции. Определение функций отдельных узлов принтера (экструдер, нагревательный стол, шаговые двигатели). Способы ремонта и устранения неполадок принтера, анализ дефектов печати на заранее подготовленных образцах.

Практическая часть. Работа в слайсере (ПО для принтера), изучение его возможностей, тестирование различных настроек и режимов печати (настройка температуры печати, скорости, обдува детали, толщины стенок детали и т.д.).

4. Изучение основ 3D-моделирования в САПР

Теоретическая часть. Обзор возможностей 3D-САПР, применение в прототипировании. Настройка программы, рабочее поле, создание и сохранение файлов, принципы создания 3D-моделей. Правила чтения чертежей.

Практическая часть. Создание новой детали, работа с плоскостями и инструментами эскиза, базовые инструменты работы с 3D-объектами (выдавливание, создание отверстий, фасок, скруглений). Особенности моделирования деталей для 3D-печати. Сохранение детали в формате для 3D-печати.

5. Печать деталей с их последующей ручной обработкой

Теоретическая часть. Правила расположения деталей на столе принтера, настройка температуры и «поддержек», выбор типа филамента в зависимости от требуемых свойств печатаемой детали.

Практическая часть. Изготовление детали, исправление дефектов печати с помощью надфилей, наждачной бумаги и т.д.

6. Проектная деятельность

Теоретическая часть. Примеры проектов в области прототипирования. Требования, предъявляемые к проектам. Понятие ТЗ. Примеры ТЗ. Правила оформления презентаций.

Практическая часть. Выбор темы проекта, составление ТЗ. Выбор режима изготовления и материалов деталей проекта. Проектирование деталей, их изготовление и ручная обработка. Оформление презентации по проекту.

7. Итоговое занятие

Теоретическая часть. Подведение итогов.

Практическая часть. Итоговый зачет. Презентация проектов.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Учебно-методические условия реализации программы

Реализация программы «Прототипирование» предполагает следующие формы организации образовательной деятельности: лекция, демонстрация, практическое занятие, дискуссия, мастер-класс.

В ходе занятия педагог чередует форму подачи теоретического и практического материала. При выполнении практических работ происходит обсуждение способов выполнения поставленной задачи, выбора необходимых инструментов. Такая форма занятий обеспечивает перерывы в работе за компьютером. При использовании электронных средств обучения на занятиях проводится гимнастика для глаз.

В целях качественной подготовки обучающихся к промежуточной и итоговой аттестации предусмотрено участие в конкурсных мероприятиях, включенных в рекомендуемый Департаментом образования и науки города Москвы перечень, а также городских и всероссийских олимпиадах, не менее 50% обучающихся в соответствии с ежемесячным планом проведения мероприятий подразделения в период реализации программы.

На занятиях используется индивидуальный подход к каждому обучающемуся, особенно при выполнении итоговой практической работы. Методика работы по программе характеризуется поиском эффективных технологий, позволяющих конструктивно воздействовать на развитие индивидуальных качеств обучающихся. Важнейшие требования к занятиям: дифференцированный подход к обучающимся с учётом возраста, уровня их способностей; формирование проектно-исследовательских навыков для более глубокого самостоятельного изучения предмета.

Материально-технические условия реализации программы

Минимальные материально технические условия для реализации программы:

1. Помещение для занятий: с партами и стульями, рассчитанное на количество обучающихся по программе, с жалюзи на окнах
2. Компьютерный класс: с современными компьютерами, объединенными в сегмент локальной сети с возможностью выхода в интернет
3. Компьютерное программное обеспечение: система автоматизированного проектирования со встроенным САМ-модулем (inventor, solidworks, fusion 360 или другие), слайсер для работы с 3d принтером (cura, repetier host, polygon x или другие), веб-браузер (internet explorer, google chrome или другие), графический редактор paint, графический редактор paint.net, microsoft office 2007 (или более актуальные версии);

4. Мультимедийный проектор, проекционный экран; маркерная доска;
5. Ручной инструмент (штангенциркуль, отвертки, пассатижи, надфили, шлифовальная бумага, линейки);
6. Электрический инструмент (строительный фен, дримель, паяльник).

Оптимальные материально-технические условия для реализации программы:

1. Компьютерный класс с компьютерами, объединенными в сегмент локальной сети с возможностью выхода в интернет;
2. Компьютерное программное обеспечение: система автоматизированного проектирования со встроенным cam-модулем (inventor, solidworks, fusion 360 или другие), слайсер для работы с 3d принтером (cura, repetier host, polygon x или другие), программа векторной графики coreldraw, веб-браузер (internet explorer, google chrome или другие), графический редактор paint, графический редактор paint.net, microsoft office 2007 (или более актуальные версии)
3. Интерактивная доска, звуковые колонки
4. Мультимедийный проектор проекционный
5. 3D-принтеры (технология печати fdm или fff, печать пластиком abs, pla и flex, подогреваемый стол, автоматическая калибровка платформы, толщина слоя от 0,05мм)
6. Ленточный шлифовальный станок
7. Вертикально-сверлильный станок с тисками
8. Ручной инструмент (тиски, штангенциркуль цифровой, радиусомер, угломер, резьбомер, молотки, отвертки, пассатижи, шлифовальная бумага, линейки, канцелярские ножи, клеевые пистолеты)
9. Электрический инструмент (дремель, строительный фен)

Расходные материалы (в расчете на одного обучающегося):

№ п/п	Наименование расходного материала	Ед. изм.	Количество
1	PLA-пластик с диаметром нити 1.75мм	Катушка	1
2	FLEX-пластик с диаметром нити 1.75мм	Катушка	1
3	ABS-пластик с диаметром нити 1.75мм	Катушка	1
4	Набор сверл по дереву	Упаковка	1
5	Стержни клеевого пистолета диаметр не более 7мм	Упаковка	1
6	Маркеры для белой маркерной доски	Штука	1
7	Тряпка для маркерной доски	Штука	1

8	Средство для чистки маркерных досок	Штука	1
9	Бумага для офисной техники А4	Лист	20

Учебно-информационное обеспечение программы

Нормативно-правовые акты и документы:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. на 04 августа 2023 года).
2. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р).
3. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 г. № 629).
4. Целевая модель развития региональных систем дополнительного образования детей (утверждена приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 3 сентября 2019 г. № 467) (с изм. на 21.04.2023).
5. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы): приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 г. № 09-3242.
6. Методические рекомендации по реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий: приложение к письму Министерства просвещения Российской Федерации от 31 января 2022 г. № ДГ-245/06.
7. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28).
8. СанПиН 1.2.3685-21 «Санитарные нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2).
9. Приказ Департамента образования города Москвы от 17.12.2014 г. № 922 «О мерах по развитию дополнительного образования детей в 2014-2015 году

10. Приказ Департамента образования города Москвы от 07.08.2015 г. № 1308 «О внесении изменений в приказ Департамента образования города Москвы от 17 декабря 2014 г. № 922».

11. Приказ Департамента образования города Москвы от 30.08.2016 г. № 1035 «О внесении изменений в приказ Департамента образования города Москвы от 17.12.2014 г. № 922».

Литература:

1. Горький Д., Холмогоров В. 3D-печать с нуля. СПб., 2020.
2. Строганов Р. 3D печать. Коротко и максимально ясно. Москва, 2016
3. Беляев, Л. В. Введение в аддитивные технологии : учебное пособие / Л. В. Беляев, А. В. Аборкин. — Владимир : ВлГУ, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-9984-1796-2.
4. Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство : руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт ; перевод с английского М. А. Райтмана.. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-97060-738-1.
5. Биткина, Е. Е. Основы работы в КОМПАС-3D : учебное пособие / Е. Е. Биткина. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 80 с. — ISBN 978-5-907872-12-7.

Кадровое обеспечение программы

Программа «Прототипирование» реализуется педагогом дополнительного образования, имеющим профессиональное образование в области, соответствующей профилю программы, и постоянно повышающим уровень профессионального мастерства.

Дополнительная общеразвивающая программа составлена в соответствии с действующими законодательными и нормативными правовыми актами Российской Федерации и города Москвы.