

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 239**
191028, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 8, телефон/факс 272-96-68

ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Принята на заседании
Методического (педагогического) совета
от «__» _____ 202__ г.
протокол № _____

Утверждена
Приказом № _____ от «__» _____ 202__ г.

Директор
ГБОУ «Президентский ФМЛ №239»

_____ Пратусевич М. Я.

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа**

**«Основы 3D-моделирования
и прототипирования»**

Возраст учащихся: 13–17 лет

Срок реализации: 2 года

Разработчики

к.п.н. Ярмолинская Марита Вонбеневна,
Иванов Василий Леонидович,
педагоги дополнительного образования

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы

Программа «Основы 3D-моделирования и прототипирования» имеет **техническую** направленность. По уровню освоения является углубленной.

Актуальность образовательной программы

Актуальность программы определяется практической деятельностью учащихся в области передовых научно-технических течений, направленной на решение конкретных математических, алгоритмических и инженерно-технических задач. А именно, данная программа

- способствует достижению результатов, заложенных в Федеральном государственном образовательном стандарте для среднего образования по формированию у подростков основ инженерной грамотности, информационно-коммуникационной компетентности; дополняет освоение предметных областей информатики, математики (геометрии и стереометрии) и технологии;
- создает нормативную базу освоения 3D-моделирования подростками, склонными к техническому творчеству, и, тем самым, удовлетворяет их социальный запрос на приобретение знаний и умений, адекватных современному уровню развития технологий; вооружает их соответствующими навыками, позволяющими реализовать свои творческие идеи и существенно сократить дистанцию до воплощения;
- обеспечивает работу по профориентации подростков в области инженерно-технических профессий, позволяет сделать предпрофессиональные пробы и страховку профессионального становления.

Отличительные особенности образовательной программы

Программа «Основы 3D-моделирования и прототипирования» создана специально для освоения подростками принципов работы с современными системами твердотельного параметрического 3D-проектирования, на примере пакета Autodesk Inventor (программа может быть адаптирована, с минимальными изменениями, для изучения других аналогичных САПР-систем, таких как Компас 3D, PTC CreoParametric, SolidWorks). Она сочетает в себе элементы информатики, математики и физики и является логическим дополнением базовых курсов по конструированию и робототехнике.

Важной частью занятий является доведение проектируемого изделия до физического изготовления с помощью 3D-принтеров и других станков с ЧПУ (например, лазерного и фрезерного) при их наличии.

Данная образовательная программа не только дает навыки и умения работы с пакетом программ класса САПР, но и способствует формированию информационно-коммуникативных и социальных компетентностей.

Использование метода проектов создает условия для социального, культурного и профессионального самоопределения, творческой самореализации обучающихся, а ориентирование подростков на положительные образы в творческих работах учит видеть и ценить ценности реального мира.

Адресат программы – характеристика категории учащихся по программе

Программа предназначена для учащихся в возрасте 13-17 лет различных образовательных организаций Санкт-Петербурга. Набор в группу осуществляется по результатам индивидуального входного тестирования.

Цель дополнительной образовательной программы

Целью образовательной программы является формирование и развитие творческих способностей подростков в области технического проектирования, формирование информационно-коммуникативных и социальных компетентностей посредством создания собственных проектов в

процессе изучения и с помощью технологий 3D-конструирования и цифрового производства, а также профессиональное самоопределение учащихся.

Задачи дополнительной образовательной программы

Обучающие (предметные)

- формирование и развитие познавательного интереса и технической эрудиции.
- обучение навыкам работы с САПР Autodesk Inventor в объеме достаточном для уверенного 3d-моделирования несложных декоративных изделий, сувениров и бытовых предметов;
- обучение навыкам использования технологии «цифрового производства», в основном 3D-печати, для изготовления спроектированных объектов, понимая и учитывая особенности и ограничения используемых технологий;
- обучение базовым навыкам ручной работы и использования инструментов, необходимых для финишной обработки и сборки изготовленных объектов.

Развивающие (метапредметные)

- развитие познавательного интереса, внимания, памяти;
- развитие пространственного и образного мышления;
- формирование навыков сознательного и рационального использования конструкторских технологий в своей повседневной, учебной деятельности;
- развитие коммуникативных навыков, умения взаимодействовать в группе.

Воспитательные (личностные)

- формирование творческого подхода к поставленной задаче;
- формирование технической и информационной культуры как составляющей общей культуры современного человека;
- воспитание чувства ответственности за свою работу;
- воспитание сознательного отношения к выбору будущей профессии.

Условия реализации образовательной программы

В группу зачисляются учащиеся в возрасте 13-17 лет по результатам собеседования и индивидуального входного тестирования.

Зачисление непосредственно на четвертый год обучения возможно при условии успешного прохождения учащимся теста третьего года.

Занятия проводятся в компьютерном классе, с установленным на ПК САПР, и организованным доступом к 3D-принтерам, лазерным и/или фрезерным станкам.

В ходе образовательного процесса применяются различные формы организации деятельности учащихся и методы обучения. На начальном этапе преобладают групповые и индивидуально-групповые занятия, к концу курса часть учебного времени выделяется на выполнение индивидуальных творческих проектов учащихся.

Кадровое обеспечение программы: 1 преподаватель при группе 7-10 учащихся; 1 преподаватель и 1 ассистент при группе 10-12 учащихся.

Планируемые результаты

Реализация дополнительной образовательной программы позволяет сформировать у учащихся адекватную современным условиям позицию и отношение к техническому творчеству, инженерным специальностям, научно-техническому прогрессу.

Личностные

В процессе прохождения данного курса у учащихся воспитывается способность к сосредоточению, точности к исполнению алгоритма, внимание к деталям, внимательность, чувство ответственности за свою работу, аккуратность, уважительное отношение к своему и чужому труду, упорство в достижении желаемых результатов, понимание ценности доброжелательных и конструктивных отношений в коллективе.

Кроме того, развивается познавательный интерес, память, коммуникативные навыки, умение взаимодействовать в группе, формируется творческий подход к поставленной задаче.

Совокупность всех факторов дает формирование сознательного отношения к выбору будущей профессии.

Метапредметные

Программа позволяет достичь метапредметных результатов по формированию учебно-познавательной и информационной компетенций.

В ходе освоения программы и выполнения практической работы учащиеся применяют на практике знания, полученные в рамках школьной программы по геометрии, стереометрии, физике, математике.

Развивается пространственное воображение и образное мышление, умение выражать конструкторские идеи в виде эскиза и в виде 3D-модели, изобретательский подход, способность к инженерному мышлению, самостоятельному поиску и изучению необходимой информации, навыки сознательного и рационального использования конструкторских технологий в своей повседневной, учебной и внеучебной деятельности.

Учащиеся научатся принимать компьютер как инструмент, необходимый для решения различных творческих задач, что будет способствовать формированию информационной культуры как составляющей общей культуры современного человека.

Предметные

В результате работы учащиеся проявляют интерес в области современных инженерно-технических знаний и компьютерных технологий – осваивают опыт специфической деятельности по инженерному 3D-моделированию.

Демонстрируют полученные знания при постановке задачи в реализации собственного проекта, его анализе, формулировке выводов: самостоятельно придумывают и моделируют несложное техническое устройство, состоящее из нескольких взаимодействующих деталей, учитывая принципы его работы; используют в своих конструкциях типовые узлы и механизмы, изготавливают их на 3D-принтере или лазерном станке; выполняют ручную доводку и сборку полученных изделий.

В итоге, развивается познавательный интерес и техническая эрудиция, формируется предпрофессиональная предметная инженерно-конструкторская компетенция.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Третий год обучения

№ п/п	Название раздела	Кол-во учебных часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практ.	
1.	Введение, инструктаж по ТБ и входное тестирование.	12	3	9	Тест Беннета.
2.	Основы моделирования деталей в Autodesk Inventor	44	10	34	Зачет по карточкам
3.	Продвинутые приемы: поверхности и мультитела	28	7	21	Практическая работа
4.	Свободное творческое проектирование	60	15	45	Презентация работ проекта
	Итого	144	35	109	

Четвертый год обучения

№ п/п	Название раздела	Кол-во учебных часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практ.	
1.	Сборки	24	6	18	Практическая работа
2.	Прототипирование с использованием технологий лазерной резки.	64	16	48	Зачет по карточкам
3.	Прототипирование с использованием технологий 3D-печати	16	4	12	Практическая работа
4.	Моделирование и макетирование с использованием комбинированных технологий	40	10	30	Защита проекта
	Итого	144	35	109	

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. http://nazva.net/logic_test5/ - Тест на механическую понятливость. Тест Беннета.
2. <http://olymp3d.ru/> - сайт методической поддержки программы.
3. <http://help.autodesk.com/view/INVENTOR/2019/RUS/> - справка по Autodesk Inventor
4. <https://3dpt.ru/page/faq> - Проблемы качества 3D-печати
5. <https://habr.com/ru/post/395067/> - краткие советы по работе с лазерным станком

Оценочные материалы

Текущий контроль осуществляется путем проверки результатов выполнения заданий по каждой из тем занятий.

В качестве промежуточного контроля предусматривается выполнение тестов по отдельным разделам образовательной программы, а также регулярное проведение открытых «блиц-турниров» (соревнований по моделированию на время, по заданиям-карточкам).

Итоговым контролем является защита проектов и участие в конкурсах. Оценка результатов освоения образовательной программы выполняется по совокупности работ, выполненных каждым обучающимся, включая результаты участия в различных мероприятиях, фестивалях, конкурсах с использованием технологий 3D-конструирования (в том числе в мероприятиях других объединений технической направленности, если в работах обучающегося существенно использованы технологии 3D-конструирования).

Вид контроля	Цель	Как часто/когда	Формы	Тема/Название/Содержание
Входная диагностика	Выявление уровня готовности учащихся к освоению программы	Один раз, в начале учебного года	Тест	Электронное тестирование: <ul style="list-style-type: none"> • Тест на Stepiк • Тест Беннета
Текущий контроль	Выявление уровня освоения материала учащимися и корректировка	В течение всего учебного года, в конце занятий	Устный опрос, практические задания	В соответствии с темами учебно-методического планирования
Промежуточный контроль	Выявление уровня освоения материала учащимися и корректировка	Пять раз в течение учебного года, в конце каждого раздела	Практическая работа	В соответствии с темами учебно-методического планирования
Итоговый контроль	Выявление уровня освоения материала, подача рекомендаций по продолжению обучения в структуре Центра робототехники	В течение и конце учебного года	Олимпиада	Защита проекта Участие в конкурсах

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература для педагога

1. Autodesk Inventor 2016. Что нового? Режим доступа: блог: «САПР для инженера» - <http://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru> (дата обращения 19.03.2016).
2. Autodesk Inventor/ Википедия Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor (дата обращения 5.03.2016).
3. Ваше окно в мир САПР - Что нового в Autodesk Inventor 2016? Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17776 (дата обращения 22.03.2016).
4. ГОСТ Р 50753-95. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из специальных сталей и сплавов. Общие технические условия. Введен 30.06.1995. Последнее изменение: 18.07.2016. М.: Издательство стандартов. 1995. 36 с.
5. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам. Введен 01.07.1974. Дата последнего изменения: 22.05.2013. М.:Стандартинформ.2007. 29 с.
6. Зиновьев Д.В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. 2-е изд. г. Днепропетровск: Студия Vertex, 2016. 259 с.
7. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для бакалавров. 9-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2014. 35 с.
8. Ливотов В.С., Просвиров А.С., Напалков А.В. Технологические расчеты упругих элементов. Часть 1. Поверочные расчеты пружин и пружинных колец.

9. Полубинская Л.Г., Сенченкова Л.С., Федоренко В.И., Хуснетдинов Т.Р. Выполнение чертежей деталей в курсе инженерной графики: учебное пособие. М.:Изд-во МГТУим.Н.Э. Баумана. 2014. 53 с.
10. Полубинская Л.Г., Хуснетдинов Т.Р. Создание модели и чертежа пружины в системе Autodesk Inventor 2015 // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный научно-технический журнал.2015.№7.Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/786016.html> (дата обращения 23.04.2016).
11. Руководящий технический материал. Волгоград: ВолгГАСУ. 2002. 16 с.
12. ТрэмблейТ. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Официальный учебный курс. / Пер. с англ. Л. Талхина. М.: ДМК Пресс. 2013. 344 с.
13. ТрэмблиТ. Autodesk Inventor 2012 и Inventor LT 2012. М: ДМК Пресс, 2012. 352 с.
14. Федоренков А.П., Полубинская Л.Г. Autodesk Inventor. Шаг за шагом. М.: Эксмо, 2008. 336 с.: ил.

Литература для учащихся

1. Авторские методические разработки заданий (Рытов А. М.).
2. <http://olymp3d.ru/>

5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочие программы групп **371 МО** и **481 МО** содержат календарно-тематическое планирование (на каждую учебную группу) в электронном журнале.

Рабочая программа третьего года обучения, группа 371 МО

Содержание программы раскрывается через описание разделов и тем программы в соответствии с последовательностью, заданной учебным планом, включая описание теоретической и практической частей.

1 занятие в неделю по 4 часа

Всего 144 часа

Первый год обучения направлен на формирования начальных навыков моделирования и закрепления их на разнообразном практическом материале как учебно-репродуктивного, так и творческого характера.

Раздел 1 Введение, инструктаж по ТБ и входное тестирование рассчитан на 12 часов и позволяет сформировать у учащихся представления о предмете изучения и протестировать их потенциал в области инженерного 3D-моделирования при помощи хорошо известного теста Беннета.

Раздел 2. Основы моделирования деталей в Autodesk Inventor (72 часа) состоит из изучения базовых навыков и более продвинутых.

Тема 2.1. Базовые навыки (44 часа) посвящена изучению базовых, основополагающих понятий, без которых невозможно выстроить у учащихся систему инженерного 3D-мышления и которые являются мультивендорными, то есть, присутствуют в системах автоматического проектирования (далее САПР) разных производителей (Autodesk, ASKON, PTC, SolidWorks Corporation). Это понятия опорных элементов и их построение (точка, прямая, плоскость); техника построения эскиза (эскизные операции, зависимости в эскизе, «образмеривание»); навыки использования операций выдавливания и вращения, их особенности использования (симметрии, удаление материала, опции и др.); операции постобработки модели (фаски, сопряжение, оболочка); операции размножения (массивы, виды и способы применения, симметричное отражение), комбинирование операций, комплексное использование. операций

Тема 2.2. Продвинутое приемы: поверхности и мультитела (28 часов) посвящена изучению более сложных операций и приемов работы, учитывающих, в том числе, специфику САПР Autodesk Inventor. Рассматриваются поверхности, их создание, пересечение, разделение, придание толщины; операции сдвига, лофтов; разнообразные приемы работы с 3D-эскизами и другие. Вводится понятие «мультитела», рассматривается объединение и вычитание тел, многотельные детали, преобразование многотельной детали в сборку.

Раздел 3. Закрепление навыков в проектной деятельности (60 часов) нацелен на закрепление приобретенных навыков в проектной творческо-исследовательской деятельности. Это проекты небольшой длительности, имеющие определенную практическую направленность, содержащие с одной стороны, четкие методические рекомендации, но при этом не ограничивают творческий поиск обучающихся и их фантазию. Мини-проекты «Моя школа», «Стендовая модель самолета», свободный творческий проект.

Рабочая программа четвертого года обучения, группа 481 МО

1 занятие в неделю по 4 часа,

всего 144 часа

Основная цель второго года обучения – закрепление начальных навыков первого года на материале проектов с большой долей самостоятельности и творческого поиска. Актуализация знаний и навыков первого года в условиях самостоятельного их применения важна, так как выводит владение ими на качественно новый уровень не репродуктивный, а творческий.

Раздел 1. «Сборки» (24 часа).

Тема 1.1. Сборочные модели (16 часов). Учащиеся вспоминают уже приобретенные навыки работы

с мультителами, учатся создавать виды сборочных моделей (сборок), применять сборочные зависимости, применять массивы со сборками, параметризацию в сборочных моделях.

Тема 1.2. Анимация сборочных моделей (8 часов) посвящена анимации сборок, использованию параметров при анимации движения, построению простых механизмов.

Раздел 2. Прототипирование с использованием технологий лазерной резки (64 часа) носит ярко выраженную практико-ориентированную направленность и нацелена на приобретение учащимися навыков работы с лазерным станком и 3D-принтером.

Тема 2.1. Лазерная резка и проектирование изделий из листового материала (24 часа) позволяет учащимся освоить основные приемы работы с листовым материалом, например фанерой, акрилом. Учащиеся знакомятся с правилами техники безопасности при работе с лазерным станком, с приемами моделирования изделий из листовых материалов, видами соединений (шип-паз, рыбий хвост, пазовинтовое соединение), учатся их создавать в Autodesk Inventor вычитанием тел, знакомятся с нужными графическими форматами для экспорта двухмерных чертежей для лазерной резки. При этом у учащихся есть возможность закрепить теоретический материал в процессе изготовления на лазерном резчике полезных вещей-сувениров (Упражнения: «Лазерная елочка», «Подсвечник», «Резная шкатулка», «Гироскоп в Кардановом подвесе»).

Тема 2.2. Мини-проекты на базе лазерных технологий (40 часов) дают возможность на практике проверить свои умения и навыки подготовки проектов для лазерного станка. Учащимся предлагаются небольшие проекты по конструированию полезных предметов и сувениров: «Кассетница», «Декоративный светильник», «Парковая скамейка», «Пиратский сундучок». Ожидается, что выполнение этих проектов окончательно сформирует у учащихся уверенность в использовании лазерных технологий в проектной деятельности.

Раздел 3. Прототипирование с использованием технологий 3D-печати (16 часов)

Тема 3.1. Моделирование Лего-совместимых деталей (16 часа) поможет юным робототехникам, использующих конструктор Лего, дополнить возможности образовательных наборов деталями собственной разработки. Конструктивное устройство деталей Лего, характерные размеры, «лего-юнит», особенности моделирования деталей, коррекция чертежей с учетом погрешности 3D-печати – это те необходимые знания, которые помогут замыслу конструктора превратиться в реально работающую деталь Лего собственной разработки.

Раздел 4. Моделирование и макетирование с использованием комбинированных технологий (40 часов) – это заключительный раздел курса, дающий представление о возможности использования всех технологий в комплексе. Рассматриваются два направления творческого проектирования:

Тема 4.1. Историческое моделирование. Боевая техника (40 часов) Обучаясь по этой теме, учащиеся узнают, каковы особенности моделирования боевой техники (корпусов военных кораблей, боевых машин на гусеничном ходу, пусковых установок артиллерийских орудий, кабин и кузовов).