

**Частное учреждение образовательная организация  
дополнительного профессионального образования  
«Центр повышения квалификации «Образовательные технологии»»**

УТВЕРЖДЕНО

Педагогическим советом

Протокол № 4 от 04.03.2016

Директор ЧУООДПО «Центр повышения  
квалификации «Образовательные технологии»,  
председатель Педагогического совета

 Н.С. Соляникова



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«ИКТ-компетентность современного учителя». Модуль «Методика преподавания инженерного 3D-моделирования и прототипирования на САПР Autodesk Inventor»**

## **Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «ИКТ-компетентность современного учителя». Модуль «Методика преподавания инженерного 3D-моделирования и прототипирования на САПР Autodesk Inventor»**

### **I. Введение**

В современном обществе, совершившем или совершающем переход от индустриального к постиндустриальному этапу развития, производство все более опирается на использование автоматизированного и роботизированного оборудования, технологий быстрого прототипирования (таких как 3D-печать) и программных средств конструирования технических объектов. Образ «рабочего у станка» все более заменяется образом инженера, моделирующего на компьютере различные аспекты конструкции и функционирования проектируемого изделия, а затем передающего созданные модели для изготовления на автоматическом оборудовании. Другие облики того же идеального персонажа — изобретатель, конструктор или энтузиаст-самодельщик, критически и творчески относящийся к окружающей его технической среде и обладающий изобретательностью, умениями и доступом к оборудованию, чтобы создавать инновационные, легко тиражируемые продукты.

Таким образом, обучение детей современным технологиям должно включать в себя не только и не столько навыки ручного труда и пользование инструментом, сколько понимание принципов инженерного 3D-моделирования и конструирования, умение использовать современные системы автоматизированного проектирования (САПР) и оборудование для быстрого прототипирования. Использование таких технических средств позволяет освободить творческую фантазию ребенка, радикально снизив барьер между идеей и ее реализацией.

Традиционно, промышленные станки с ЧПУ и САПР-системы считаются (и, в основном, являются) дорогостоящим, сугубо профессиональным и сложным в обращении оборудованием. Тем не менее, в последнее время появилась возможность оснащения школьных мастерских относительно недорогим станочным оборудованием для «цифрового производства», а многие производители профессиональных САПР-систем бесплатно, либо по льготной цене, предоставляют свои программные продукты образовательным учреждениям.

За последние 2-3 года тема инженерного 3D-моделирования в образовании детей получила некоторое развитие в Санкт-Петербурге, где было создано городское методическое объединение, регулярно проводятся соревнования и конференции. Быстрейшему развитию данной тематики препятствует, однако, отсутствие «обкатанных»

методик преподавания, недостаточное количество подготовленных преподавателей и недостаточная оснащенность школ.

Программа **направлена** на подготовку преподавателей для ведения уроков и занятий кружков «инженерного 3D-моделирования и конструирования» с использованием современных образовательных технологий.

### **Актуальность**

В связи с активным внедрением новых технологий в жизнь общества, постоянно увеличивается потребность в высококвалифицированных специалистах. Владение технологиями инженерного 3D-моделирования и «цифрового производства» является неотъемлемой частью навыков современного инженера.

В многих вузах Санкт-Петербурга присутствуют специальности, связанные с инженерным 3D-моделированием и конструированием, но в большинстве случаев не происходит предварительной ориентации школьников на возможность продолжения учебы в данном направлении. Между тем, склонность к конструированию и изобретательству изначально присуща большинству детей, но зачастую затухает, не находя поддержки в школе.

Таким образом, появилась возможность и назрела необходимость в непрерывном образовании в сфере инженерной грамотности и основ конструирования. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной ВУЗовской подготовкой позволяет изучение инженерного 3D-моделирования и конструирования в школе и учреждениях дополнительного образования на основе «цифровых мастерских», оснащенных 3D-принтерами и станками с ЧПУ.

### **Педагогическая целесообразность**

Введение дополнительной образовательной программы по инженерному 3D-моделированию существенно изменяет мировосприятие обучающихся. Возможность перевести техническую идею в компьютерную модель, а затем в готовое изделие почти «заводского» качества является, для современного ребенка, очень мощным стимулом к преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию.

В отличие от традиционных кружков судо-, авто-, авиа- и прочего моделирования, инженерное 3D-моделирование позиционируется как сугубо технологическая дисциплина, не завязанная на конкретную область моделирования и открытая для взаимодействия с «заказчиками» из других технических дисциплин. Инженерное 3D-моделирование идеально сочетается, например, с изучением робототехники (где в какой-то момент следует переходить от сборки роботов из готовых конструкторов к их самостоятельному

проектированию), с любыми кружками техно-моделирования, может использоваться для созданий детьми учебных пособий по физике, биологии и другим школьным предметам.

Уже само умение моделировать в параметрической САПР напрямую связано с интуитивным пониманием геометрических построений, развитием пространственного воображения, умением планировать свои действия. В ходе постепенного развития от простых декоративных изделий к более сложным «работающим» конструкциям, перед юными конструкторами неизбежно встают задачи, предполагающие применение детьми на практике теоретических знаний, полученных на математике или физике, что ведет к более глубокому пониманию основ, закрепляет полученные навыки, формируя образование в его наилучшем смысле. Их решение сможет привести к развитию уверенности в своих силах и к расширению горизонтов познания.

Усвоенное в школьном возрасте творческое отношение к окружающей техно-среде, осознание своей способности воспроизвести и улучшить многие из повседневных технических объектов, ко времени окончания вуза и начала работы по специальности отзовутся в принципиально новом подходе к реальным задачам, в формировании специалистов нового склада, способных к совершению инновационного прорыва в современной науке и технике.

**Цель курса:** формирование компетентности педагогических работников образовательных учреждений в области методики преподавания основ инженерного 3D-моделирования в САПР Autodesk Inventor.

**Задачи курса:**

- знакомство с методикой преподавания инженерного 3D-моделирования детям 6-9 классов, особенностями организации занятий по инженерному 3D-моделированию, с выбором и эксплуатацией оборудования для «цифровой мастерской»;
- обучение владению основным функционалом программы Autodesk Inventor, по методике, применяемой для обучения детей;
- ознакомление с технологиями «цифрового производства», применимыми в условиях учебного заведения.

**Ожидаемые результаты**

Результатом проведения курса должна стать способность слушателя курса самостоятельно организовать на базе представляемой им организации обучение детей инженерному 3D-моделированию, а также создание творческих проектов. Слушатель курса должен также быть в состоянии осмысленно выбрать оборудование и материалы для своей «цифровой мастерской», уметь с ним обращаться и понимать диапазон

возможностей, предоставляемых различными видами оборудования для выполнения детских творческих проектов.

**Категория слушателей:**

Данный курс предназначен для учителей информатики, физики, технологии, а также педагогов дополнительного образования.

**Требования к слушателям:**

Общая компьютерная и техническая грамотность, отсутствие «страха перед техникой», склонность к созданию любого рода технических самоделок.

**Продолжительность курса:** Программа курса рассчитана на 48 академических часов, содержит теоретическую и практическую часть.

**Формы обучения:** очная.

**Режим занятий:** 8 академических часов в день.

## **II. Содержание программы**

### **Тема 1. Нормативно-правовое обеспечение системы общего образования – 1 час**

В данной теме слушатели знакомятся с основными нормативными документами в области организации и осуществления образовательной деятельности, принятыми за последние три года (Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС НОО и ФГОС ООО, профессиональный стандарт педагога). Также поднимаются вопросы целесообразности и методов внедрения робототехники в основном и дополнительном образовании.

### **Тема 2. Возможности и перспективы преподавания инженерного 3D-моделирования и конструирования – 2 часа**

Вводная лекция, на которой рассматривается целесообразность и методы внедрения данного предмета в основном и дополнительном образовании. Состав типичной «цифровой мастерской» (FabLab), обзор оборудования и программного обеспечения. Демонстрация детских учебных проектов, выполненных на занятиях по инженерному 3D-моделированию.

### **Тема 3. Основы моделирования в Autodesk Inventor – 28 часов**

Это самая большая тема данного курса, состоящая из последовательности усложняющихся практических заданий по 3D-моделированию в САПР Autodesk Inventor. Каждое задание преподаватель предваряет коротким пояснением и демонстрацией соответствующих приемов моделирования, затем обучающиеся индивидуально выполняют задание, пользуясь предоставляемой пошаговой инструкцией. По усмотрению преподавателя (и при наличии технической возможности), некоторые из созданных

моделей могут затем изготавливаться на 3D-принтере.

По каждому заданию, подробно рассматриваются частые ошибки и непонимания обучающихся, формируемые знания и умения, возможные вариации выполнения задания.

2.1. Основы работы в САПР Autodesk Inventor: интерфейс, операции, геометрические построения.

Первый опыт простейшей работы в Autodesk Inventor. Обзор пользовательского интерфейса, рисование эскиза и выдавливание. Операция вращения, оболочка, сопряжения, симметричное выдавливание, допустимые диапазоны размеров для 3D-печати. Геометрические построения в эскизе. Простановка зависимостей и размеров. Криволинейные поверхности, пересечение объемов, зеркальная симметрия в эскизе, зеркальность на уровне 3D-элементов. Типичные ошибки в эскизах (разрывы, наложения, петли) и способы их устранения.

2.2. Работа с объемными телами, операции по работе с телами, поверхностями и плоскостями.

Элементы вращения, круговые массивы, текст по кривой. Вырезание элементов вращения. Операция «сдвиг» (сдвиг эскиза по направляющей кривой). Операция «Emboss», надписи на цилиндрах и рисунки протектора. Поверхности. Их создание, придание толщины. Операция "Сдвиг по линии". Операция «пружина», проекции. Построение рабочих плоскостей.

2.3. Моделирование Лего-совместимых деталей.

Конструктивное устройство деталей Лего, «лего-юнит». Рисование крестовидного отверстия для оси. Массивы на эскизе и массивы 3D-элементов. Операция «оболочка». Параметризация. Шаблон детали. Базовые и производные детали. Мультитела. Их комбинирование. Преобразование в сборку. 3D-моделирование в робототехнических проектах.

2.4. Работа с составными конструкциями: мультитела, сборки, движение тел.

Мультитела: лофт по направляющей. Работа с поверхностями. Мультитела: объединение и вычитание тел, 3D-эскизы и линии пересечения, работа с поверхностями. Опять линии пересечения, сдвиги и массивы по направляющим. Сборки. Простые сборочные зависимости. Моделирование кинематики и создание анимаций.

#### **Тема 4. Основы 3D-печати – 4 часа**

Рассматриваются различные существующие технологии 3D-печати, их возможности и ограничения. Подробно рассматриваются характеристики, особенности и критерии выбора FDM (термоэкструзионных) принтеров и материалов для них (пластиковых прутков), применительно к использованию в учебном процессе. Принципы

работы, выбор и сравнение программ управления 3D-печатью.

Учет особенностей 3D-печати при моделировании — ограничения по размеру, геометрии, точности, прочности. По усмотрению преподавателя, этот материал может быть рассмотрен в ходе обучения основам моделирования.

Загрузка и размещение модели на рабочем столе. Выбор ориентации модели при печати. Настройка параметров «слайсера» (программы послойной нарезки) для различных типов распечатываемых изделий (толщина слоя, скорость, поддержки, «плотик» и пр). Простейшее обслуживание 3D-принтера — калибровка высоты стола, смена пластика, очистка экструдера и т.п.

При наличии технической возможности (нескольких 3D-принтеров), проводятся практические (с разбиением на группы) занятия по управлению 3D-печатью и обслуживанию 3D-принтеров. В противном случае, необходимые приемы демонстрируются преподавателем.

#### **Тема 5. Основы моделирования объектов для лазерной резки – 4 часа**

Рассматриваются особенности использования в «цифровой мастерской» станков с ЧПУ для лазерной резки листовых материалов. Характеристики, особенности и критерии выбора лазерного станка. Обрабатываемые материалы. ПО для управления лазерным станком. ПО для создания «плоской» векторной графики. Сайты по выпиливанию лобзиком как источник идей для учебных проектов. Другие интернет-ресурсы.

Подробно изучаются приемы моделирования в Autodesk Inventor объемных конструкций для изготовления из плоских деталей (использование «мультител» для детализации моделей, виды соединений плоских деталей). Пользуясь пошаговыми инструкциями, обучаемые выполняют несколько практических заданий по моделированию для лазерной резки. При наличии технической возможности (лазерного станка), некоторые из выполненных работ тут же изготавливаются.

#### **Тема 6. Введение в работу с фрезерными станками. САМ-системы – 4 часа**

Рассматриваются особенности использования в «цифровой мастерской» фрезерно-гравировальных станков с ЧПУ. Характеристики, особенности и критерии выбора фрезерного станка. Обрабатываемые материалы. Типы фрез и их использование. ПО для управления фрезерным станком. Понятие о Gcode. САМ-системы - ПО для генерации управляющих программ из 3D-моделей и из «плоской» графики.

Особенности моделирования для изготовления деталей на 3-х-осевом фрезерном станке. Практическое задание: моделирование детали в Autodesk Inventor с последующим построением траекторий для фрезерования в САМ-модуле Autodesk Inventor HSM. При наличии оборудования (фрезерного станка), некоторые из созданных деталей физически

изготавливаются, в противном случае производится «виртуальное» изготовление детали, с использованием средств визуализации Autodesk Inventor HSM.

### **Тема 7. Обзор других технологий, доступных для школьной «цифровой мастерской» - 3 часа**

Преподаватель рассказывает и, по возможности, демонстрирует некоторые простые технологии для «цифровой мастерской», которые могут быть реализованы в конструкторском кружке, как учебные проекты: самодельные 3D-принтеры и гравировальные станки, станки с ЧПУ (на базе контроллера Ардуино) для горячей резки пенопласта, для 3D-гибки проволоки, литье из легкоплавких материалов в фрезерованные или 3D-печатные формы, приспособление для вакуумной формовки, проектирование и изготовление печатных плат и пр.

### **III. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе может проводиться в следующих формах:

- зачетные соревнования по моделированию по карточкам, на время.
- домашняя подготовка творческого конструкторского проекта с последующей презентацией перед группой слушателей.

Слушатели оформляют итоговый проект и представляют его членам аттестационной комиссии. Итоговый проект включает:

- Описание задачи, фотографию 3D-модели, снимки экранов, необходимые для пояснения этапов выполнения поставленных задач, и анализа полноты их выполнения.
- короткое сообщение (регламент выступления – 5-7 минут), включающее в себя формулировку темы, основную идею работы;
- ответы автора на вопросы по содержанию и оформлению представленной работы.

### **IV. Методические рекомендации по реализации программы**

Наиболее оптимальной для данного учебного курса является очная форма организации учебного процесса. Данный вид обучения требует непосредственного присутствия слушателей и является наиболее эффективной формой организации занятий (для данного курса) с использованием традиционных методов подачи материала – лекций и практических занятий. В рамках обучения предусматривается использование ИКТ и других технических средств. В ходе обучения преподаватель организует самостоятельную работу слушателей курсов, включая их в разные виды деятельности.

Программа направлена на подготовку педагогов и составлена согласно педагогической целесообразности внедрения курса робототехники в основной школе с



учетом развития способностей детей 6-8 классах и старше.

Слушателям выдают комплект пошаговых инструкций по выполнению учебных заданий на Autodesk Inventor.

## **V. Учебно-методическое обеспечение программы**

*Основная литература:*

1. Концевич В. Современный самоучитель работы в Autodesk Inventor: ДМК Пресс 2009 – 672 с.
2. Алиева Н. Основы работы в Autodesk Inventor: ДМК Пресс 2013
3. Д.В. Зиновьев: Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016: ДМК Пресс 2017
4. Гузнецков В. Autodesk Inventor 2016. Трехмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей: учебное пособие: ДМК Пресс 2017 – 124с.
5. Справочная система к Autodesk Inventor

*Электронные ресурсы:*

6. Большая коллекция 3D-моделей для печати (англ.): <http://www.thingiverse.com/>
7. «Форум клана ЧПУ-шников» - обсуждение различных вопросов, связанных с любительской работой на станках с ЧПУ: <http://cnc.userforum.ru/>
8. Проект RepRap – материалы, связанные с конструированием самодельных 3D-принтеров (англ.): [http://www.reprap.org'](http://www.reprap.org/)

## **VI. Материально-техническое обеспечение программы**

1. Учебная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием для презентаций
2. 3D-принтер, любой модели, 1-5 штук.
3. Станок с ЧПУ для лазерной резки (по возможности)
4. Фрезерный станок с ЧПУ (по возможности)
5. Проектор.
6. Доска маркерная, маркеры.
7. Компьютеры с ОС Windows XP/Vista/7, 64бита -15 шт.
8. Программное обеспечение Autodesk Inventor 2015 (учебная лицензия, на каждом компьютере).
9. Дополнительный САМ-модуль Autodesk Inventor 2015 HSM (на каждом компьютере, с учебной лицензией)
10. ПО для управления 3D-принтером (в зависимости от модели принтера), на компьютерах, подключенных к 3D-принтерам.

## VII. Учебный план

**дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
«ИКТ-компетентность современного учителя». Модуль «Методика преподавания  
инженерного 3D-моделирования и прототипирования на САПР Autodesk Inventor»**

№	Наименование тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теория	Практика	
1	<b>Тема 1. Нормативно-правовое обеспечение системы общего образования</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
2	<b>Тема 2. Возможности и перспективы преподавания инженерного 3D-моделирования и конструирования.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
3	<b>Тема 3. Основы моделирования в Autodesk Inventor</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	Практическая работа
3.1	Основы работы в САПР Autodesk Inventor: интерфейс, операции, геометрические построения.	7	2	5	
3.2	Работа с объемными телами, операции по работе с телами, поверхностями и плоскостями.	7	2	5	
3.3	Моделирование Лего-совместимых деталей	7	2	5	
3.4	Работа с составными конструкциями: мультитела, сборки, движение тел	7	2	5	
4	<b>Тема 4. Основы 3D-печати</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Практическая работа
5	<b>Тема 5. Основы моделирования объектов для лазерной резки</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Практическая работа
6	<b>Тема 6. Введение в работу с фрезерными станками. САМ-системы.</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Практическая работа
7	<b>Тема 7. Обзор других технологий, доступных для школьной «цифровой мастерской».</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	Беседа
8	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	Итоговая работа
<b>Итого:</b>		<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	

**VIII. Календарный учебный график**  
**дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**  
**«ИКТ-компетентность современного учителя». Модуль «Методика преподавания**  
**инженерного 3D-моделирования и прототипирования на САПР Autodesk Inventor»**

<b>Недели</b>	<b>1</b>					
<b>Дни недели</b>	<b>1.1.</b>	<b>1.2.</b>	<b>1.3.</b>	<b>1.4.</b>	<b>1.5.</b>	<b>1.6.</b>
Количество часов						
<i>аудиторные (теория и практика)</i>	8	8	8	8	8	6
<i>самостоятельная работа)</i>						
<i>итоговая аттестация</i>						2