



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Московский технологический университет

МИРЭА



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор

В.Л.Панков

2016 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

«СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОТОТИПИРОВАНИЯ»

Возраст обучающихся:  
преподаватели инженерных  
классов

Срок реализации программы:  
36 часов

МОСКВА

## Пояснительная записка

### Направленность образовательной программы

Настоящая образовательная программа направлена на:

– развитие профессиональных компетенций педагогических работников, реализующих программы среднего общего образования для учащихся инженерных классов, которые создаются для:

- достижения высоких образовательных результатов;
- формирования предметных, метапредметных и личностных результатов общего образования в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта среднего общего образования;
- развитие способностей обучаемого к самостоятельному, индивидуальному и коллективному техническому творчеству;
- повышение уровня общетехнической грамотности;
- расширение общетехнического кругозора;
- практическое освоение современных компьютерных технологий, принципов построения мехатронных и робототехнических систем для реализации творческих замыслов;
- формирование социально значимой направленности научно-технического творчества.

– помощь в реализации профильного образования инженерной направленности (реализации элективных, факультативных учебных курсов, и практических работ, обеспечения углубленного изучения учебных предметов, оценки образовательных результатов учащихся), включающих разработку контрольно-измерительных материалов для организации промежуточной и итоговой аттестации результатов освоения дополнительных профессиональных программ в области профильного образования инженерной направленности;

– внедрение современных педагогических технологий профильного обучения в классах инженерной направленности, методов организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся, применения лабораторных комплексов и высокотехнологичного оборудования по современным цифровым технологиям прототипирования в общем образовании.

### **Новизна, актуальность, педагогическая целесообразность**

Новизна образовательной программы заключается в том, будут подготовлены преподаватели общеобразовательных школ, способные обеспечить возможность на уровне общеобразовательной школы не только обучить учащихся навыкам 3D прототипирования с использованием современных компьютерных технологий, но и обеспечить каждому

обучаемому возможность практической реализации его творческих замыслов, вплоть до их материальной реализации на базе центров технологической поддержки образования, функционирующих в университетах.

Актуальность образовательной программы обусловлена необходимостью реализации профильного образования инженерной направленности (реализации элективных, факультативных учебных курсов, и практических работ, обеспечения углубленного изучения учебных предметов)

Педагогическая целесообразность образовательной программы заключается в том, что ее направленность способствует развитию профессиональных компетенций педагогических работников, реализующих программы среднего общего образования для учащихся инженерных классов, необходимые для достижения высоких образовательных результатов, формирования предметных, метапредметных и личностных результатов общего образования в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта среднего общего образования.

### **Цель и задачи**

Целью образовательной программы является развитие профессиональных компетенций педагогических работников, реализующих программы среднего

общего образования для учащихся инженерных классов, на основе изучения современных цифровых технологий прототипирования, сканеров, 3D принтеров, станков с числовым программным управлением (ЧПУ), особенностей их применения. Приобретение теоретических и практических знаний по дисциплине, должно помочь преподавателям не только обучить учащихся современным цифровым технологиям прототипирования, навыкам технического проектирования сложных механических объектов с использованием современных компьютерных технологий, но и обеспечить помощь каждому обучаемому в практической реализации его творческих замыслов, вплоть до их материальной реализации на базе центров технологической поддержки образования, функционирующих в университетах. Реализации элективных, факультативных учебных курсов и практических работ по цифровому прототипированию будет стимулировать учащихся к углубленному изучению учебных предметов, достижению высоких образовательных результатов, формирования предметных, метапредметных и личностных результатов, обеспечит развитие способностей обучаемого к самостоятельному, индивидуальному и коллективному техническому творчеству, повышение уровня общетехнической грамотности, расширение общетехнического кругозора.

Задачи, решаемые в процессе обучения, следующие:

- Изучение основ машиностроительного черчения;

- Изучение основных принципов применения компьютерных технологий для разработки чертежей и трехмерного моделирования деталей машиностроения;
- Получение практических навыков использования программных средств компьютерного проектирования изделий машиностроительного профиля
- Получение навыков натурального трехмерного моделирования деталей с использованием персонального 3D-принтера промышленного уровня с использованием термопластика;
- Получение навыков натурального трехмерного моделирования деталей с использованием специализированного фрезерного станка с числовым программным управлением;
- Развитие способностей к техническому творчеству.

#### **Отличительные особенности от существующих программ**

Ближайшим аналогом из программ общеобразовательных школ, является «Черчение». Отличия настоящей образовательной программы от программы «Черчение» следующие:

- Обязательное использование современных компьютерных технологий.
- Значительно более наглядное представление трехмерных деталей.

- Возможность создания существенно более сложных трехмерных моделей и их быстрой модификации.
- Нацеленность на самостоятельную творческую активность.
- Нацеленность на проектную деятельность.
- Нацеленность на практическое воплощение своих замыслов обучаемым.
- Существенная привлекательность работы с персональным компьютером.

Сравнивая настоящую образовательную программу с существующими программами курсов дополнительного профессионального образования по изучению тех или иных программных средств для проектирования, следует отметить такие отличия:

- Возраст, уровень предварительных знаний и мотивация процесса обучения;
- Значительно меньший объем сведений, относящихся к конкретному программному продукту;
- Нацеленность на самостоятельную творческую активность;
- Нацеленность на проектную деятельность;
- Нацеленность на практическое воплощение своих замыслов обучаемым.

### Сроки реализации

Продолжительность обучения составляет 36 часов, 2 академических часа в неделю

### Формы и режим занятий

Предусмотрено несколько форм проведения занятий, а именно:

- лекция;
- практическое занятие;
- самостоятельное практическое занятие;
- зачет;
- представление проектов;
- экскурсия.

Лекция – занятие предусматривает опрос, сообщение нового материала.

Практическое занятие предусматривает опрос, практическое закрепление нового материала в ходе самостоятельной работы обучаемых под руководством лектора.

Самостоятельное практическое занятие заключается в самостоятельном выполнении обучаемым домашнего задания или работе над проектом. Предусмотрена возможность участия консультанта при необходимости.

Опрос предусматривает самостоятельный ответ на теоретический вопрос и самостоятельное выполнение практической работы.

Представление проектов – заключительное занятие. Проходит в форме устных докладов-презентаций обучающихся.

Экскурсия – ознакомительное занятие, в ходе которого обучающиеся знакомятся с современным промышленным оборудованием, используемым в изучаемом курсе.

Всего образовательная программа предусматривает проведение занятий в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

№ п/п	Форма занятия	Продолжительность занятия, ак. час	Количество занятий	Общая прод-ть занятий, ак. час
1	Лекция	2	7	14
2	Практическое	2	10	20
3	Представление проектов	2	1	2
Итого, общая продолжительность занятий, ак. час				36

Примечание: общая продолжительность самостоятельных занятий и экскурсии не регламентирована.

### Ожидаемые результаты

В результате обучения по настоящей образовательной программе ожидаются следующие результаты:

- на практике получают навыки развития у учащихся технической грамотности и эрудиции в области цифрового прототипирования,

- ознакомятся с современными компьютерными технологиями, используемыми для проектирования и трехмерного моделирования;
- обучаемые на практике ознакомятся с методикой преподавания современных компьютерных технологий, используемых для проектирования и трехмерного макетирования деталей технического назначения;
  - практически освоят программное обеспечение для разработки «плоских» чертежей и трехмерных моделей деталей;
  - закрепят на практике навыки представления технических объектов в виде чертежей, полученные ранее в курсе черчения;
  - освоят подходы к развитию учащимися способностей к техническому творчеству и творческую фантазию;
  - получат практический опыт организации проектной деятельности, включая опыт устного доклада-презентации.

### **Формы подведения итогов, критерии оценки**

Настоящая образовательная программа предусматривает несколько форм контрольных мероприятий и подведения итогов, обучения обучаемых, а именно:

- Текущий опрос;
- Контрольная работа;
- Итоговое занятие – представление проектов.

Подробности проведения контрольных мероприятий приведены в таблице 2.

Таблица 2. Подробности проведения контрольных мероприятий

№ п/п	Форма контрольного мероприятия	На каком занятии проводится	Тематика вопросов или заданий	Возможные оценки	Критерий успешности
1	Опрос	На каждом лекционном и практическом занятии	Материал, изложенный на предыдущем занятии	2, 3, 4, 5	3, 4, 5
				Средний балл за урок для каждого присутствующего ученика	Не менее 2,5
2	Контрольная работа	На 9 и 17 занятиях	Сведения, относящиеся к лекционному материалу и практической работе, изложенные за 9 занятий	2, 3, 4, 5	3, 4, 5

3	Представление проекта	Представление проектов	Индивидуальная или коллективная, при числе участников не более 2, заранее согласованная с преподавателем.	успешно, не успешно	Успешно
---	-----------------------	------------------------	---	---------------------	---------

Примечание: второй зачет может быть заменен проектом.

Освоение программы курса считается успешным в трех случаях:

- или при успешной сдаче двух контрольных работ, даже без представления проекта;
- или при успешной сдаче первой контрольной работы и успешном представлении проекта;
- или при успешной сдаче первой и второй контрольных работ и успешном представлении проекта.

В остальных случаях освоение образовательной программы считается не успешным.

## Учебно-тематический план

Учебно-тематический план образовательной программы предусматривает изучение четырех тем, содержание, которых приведено ниже.

Тема 1. Компьютерное черчение, проектирование и 3D-прототипирование в инженерных классах.

Рассказывается об организации в средней школе в рамках поддержки инженерного образования учебного курса по черчению на ПК и 3D-прототипированию технологий в различных областях творческой деятельности.

Тема 2. Компьютерное черчение в школе.

Рассказывается об организации в средней школе учебного курса по черчению на ПК и 3D-прототипированию.

Тема 3. Основы разработки 3D-модели.

Рассказывается об основах разработке 3D-модели (детали) в САПР AutoCAD в рамках школьного курса «Черчение на ПК и 3D-прототипирование».

Тема 4. Использование 3-х координатного фрезерного станка с ЧПУ.

Рассказывается об использовании 3-х координатного фрезерного станка с ЧПУ для изготовления трехмерных деталей, изготовлении ранее разработанной 3D-модели (детали) на 3-хкоординатном фрезерном станке с ЧПУ.

Тема 5. Использование 4-х координатного фрезерного станка с ЧПУ.

Рассказывается об использовании 4-х координатного фрезерного станка с ЧПУ для изготовления трехмерных деталей, изготовление ранее разработанной 3D-модели (детали) на 4-хкоординатном фрезерном станке с ЧПУ.

Тема 6. Использование 3D-сканера.

Рассказывается об использовании 3D-сканера для формирования 3D-модели физического объекта и непосредственное формирование 3D-модели физического объекта.

Тема 7. Использование 3D принтера.

Рассказывается об использовании 3D-принтера для изготовления трехмерных деталей и выполняется самостоятельная практическая работа по изготовлению ранее разработанной 3D-модели (детали) на 3D-принтере.

Тема 8. «Современные цифровые технологии прототипирования».

Подведение итогов выполнения учебного курса «Современные цифровые технологии прототипирования». Примеры проектных заданий и реализованные проекты учащихся.

Количество часов, отводимых на изучение каждой темы, приведено в таблице 3.

Количество часов, отводимых на изучение тем образовательной программы

Таблица 3.

№ п/п	№ темы	Тип занятия	Продолжительность, академических часов		
			теория	практика	Всего
1	1	Лекция	2	0	2
2		Экскурсия	2	0	2
3	2	Лекция	2	0	2
4	3	Лекция	2	0	2
5		Практическое занятие	0	4	4
6	4	Лекция	2		2
7		Практическое занятие		4	4

8	5	Лекция	2	0	2
9		Практическое занятие	0	4	4
	6	Лекция	2	0	2
		Практическое занятие	0	4	4
	7	Лекция	2	0	2
		Практическое занятие	0	4	4
	8	Итоговое занятие		2	2

Примечание: Часы самостоятельных занятий не указаны.

### Содержание образовательной программы

Содержание образовательной программы, расширяющее ранее представленный учебно-тематический план образовательной программы, приведено ниже.

Тема 1. Компьютерное черчение, проектирование и 3D-прототипирование в инженерных классах.

Содержание лекции:

Рассказывается об организации в средней школе в рамках поддержки инженерного образования учебного курса по черчению на ПК и 3D-прототипированию технологий в различных областях творческой деятельности.

Предмет курса и его место в современной технологии. Содержание учебного курса, организация учебного процесса. Лекции, лекционно-практические занятия, самостоятельные занятия. Контрольные работы. Порядок оценивания. Проектная деятельность – основа высокотехнологического успеха государства и мирового сообщества. Информационные технологии – одно из 30 критических направлений развития современного государства. Роль цифрового и натурного моделирования в процессе проектирования. Проектная деятельность учащихся – примеры проектов, организация проектной деятельности в ходе изучения настоящего учебного курса. Как придумать, разработать, сделать и представить проект за 100 часов. Обзор возможностей современных цифровых технологий в области проектирования и прототипирования. Автоматизированное проектирование, расчет и моделирование, изготовление. Обзор технологических возможностей оборудования, используемого в изучаемом курсе. Что могут и чего не могут трехмерные принтеры и автоматизированные фрезерные станки. Обзор примеров применения современных цифровых технологий в различных областях творческой деятельности.

Содержание экскурсии:

Экскурсия проводится по территории Центра Технологической поддержки Образования /ЦТПО/ «Киберсфера» на базе МИРЭА. Цель экскурсии: ознакомление и демонстрация в работе современного автоматизированного оборудования промышленного уровня. Трехмерный принтер – подготовка к работе, загрузка цифровой модели, работа.

Фрезерный автоматизированный станок – принцип действия, загрузка цифровой модели, работа. Принцип управления перемещением детали и инструмента. Файл JX-кодов, управляющих всем этим, можно составить самому.

Лазерный трехмерный сканер – принцип действия, порядок использования.

Ударный фотопринтер – современный автоматический, быстродействующий гравер. Принцип работы и устройство. Подготовка файла изображения к ударной печати. Особенности цветопередачи. Демонстрация в работе.

Современные роботы – часть будущего – в настоящем. Устройство, принцип работы и управления, возможности.

Тема 2. Компьютерное черчение в школе.

Содержание лекции:

Рассказывается об организации в средней школе учебного курса по черчению на ПК и 3D-прототипированию.

Последовательность проектирования изделия. От творческого замысла – к осязаемому результату. Придумал – спроектировал – исправил... и так много раз. Сделал – посмотрел – перепроектировал – сделал ... и так много раз. Как быстрее вносить изменения в проект: вручную или с помощью компьютера? В чем неудобство использования компьютера. Сложные системы можно спроектировать только на компьютере. Вес чертежей самолета превосходит вес самого самолета. Как на бумаге нарисовать электрическую принципиальную схему процессора Intel, состоящую из сотен миллионов транзисторов?

Основные компоненты, используемые в ходе разработки изделия – программное обеспечение и аппаратные средства. Программы проектирования общего назначения: AutoCAD, «Компас», ADEM. Специализированные программы: проектирование печатных плат – P-CAD, OrCAD, архитектурное проектирование – ArchiCAD.

Состав аппаратного обеспечения компьютера. Устройства ввода информации: клавиатура, мышь, сканер, в т. ч. – трехмерный, как на экскурсии, дигитайзер. Устройства вывода информации: дисплей, дисплеи объемного изображения, графопостроитель, принтер, трехмерный принтер, как на экскурсии, шлем и перчатки виртуальной реальности. Использование

технологий виртуальной реальности в проектировании. Особенности использования вычислительной техники для автоматизации проектирования.

### Тема 3. Основы разработки 3D-модели.

Содержание лекции:

Рассказывается об основах разработке 3D-модели (детали) в САПР AutoCAD в рамках школьного курса «Черчение на ПК и 3D-прототипирование».

Основы автоматизированного проектирования с использованием обычных «плоских» чертежей.

Основные понятия «классического» черчения: деталь, вид, проекции, проекционная связь.

Основные требования стандартов ЕСКД. Стандарты – их роль в технике и в черчении.

Размеры и правила их указания. Виды размеров 6 линейные, угловые, радиальные. Специальные способы указания размеров деталей: «от базы» координатный.

Использование программ автоматизированного проектирования на примере программы «Компас», основные понятия: графический интерфейс пользователя, панели инструментов, поле чертежа, командная строка, строка состояния, графические примитивы, панель свойств.

Запуск программы. Создание, редактирование чертежа. Создание чертежа детали с помощью графических примитивов: отрезков прямых, ломаных линий, окружностей, дуг. Параметры, указываемые для различных графических примитивов. Выделение объекта или его части. Операции редактирования и модификации объекта: изменение параметров графических примитивов, разрыв линий, удаление, копирование, зеркальное отражение, массивы объектов.

Указание и редактирование размеров детали. Панель размеров. Виды размеров. Автоматическое определение размеров. Редактирование размеров.

Сохранение чертежа в файл. Формат графических файлов и выбор требуемого формата хранения информации.

Содержание практической работы:

Запуск программы и создание простейшего чертежа технически осмысленной детали на свободную тему с использованием изложенных на лекции приемов работы и прочих сведений. Практическое освоение пользовательского интерфейса программы.

Разработка чертежа детали, состоящего из нескольких видов. Тематика – свободная, деталь должна быть технически осмыслена. Исправление ошибок. Внесение согласованных изменений в чертежи отдельных проекций детали.

Указание размеров детали. Редактирование размеров.

Основы автоматизированного проектирования с использованием трехмерного представления изделия.

Основные понятия трехмерной проектной графики: система координат, базовые плоскости.

Понятия детали и сборки. Запуск программы в режиме создания трехмерной детали. Дерево модели и панель свойств.

Трехмерные графические примитивы и базовые операции формирования трехмерных деталей.

Операция выдавливания, ее параметры. Применение выдавливания для формирования трехмерных деталей.

Формирование тел вращения. Порядок и особенности выполнения этой операции.

Построение тела «по сечениям». Последовательность действий.

Построение тел кинематическим методом. Последовательность действий.

Операции с плоскостями. Смещение, поворот. Способ построения плоскостей.

Построение тел с помощью логических операций.

Операции редактирования и модификации трехмерных тел. Форматы файлов для хранения и переноса информации.

Содержание практических занятий:

Запуск программы в режиме создания трехмерной детали. Изучение и освоение работы с меню и панелями трехмерных операций.

Формирование технически осмысленных трехмерных деталей на свободную тему методами выдавливания, формирования тел вращения, операциями «по сечениям», кинематическими и методами логических операций.

Модификация деталей методами редактирования свойств элементов, методами вырезания, скругления. Редактирование свойств материала поверхности.

#### Тема 4. Использование 3-х координатного фрезерного станка с ЧПУ.

Содержание лекций:

Рассказывается об использовании 3-х координатного фрезерного станка с ЧПУ для изготовления трехмерных деталей, изготовлении ранее разработанной 3D-модели (детали) на 3-хкоординатном фрезерном станке с ЧПУ.

Дается краткая историческая справка по станкам с числовым программным обеспечением.

Аппаратное и программное обеспечение, оператор станков с ЧПУ.

Существующие сегодня станки с программным управлением различаются по своему назначению и по степени автоматизации. По назначению выделяют сверлильные, токарные, фрезерные и расточные

станки (особенность последних в том, что на них обрабатывают вращающимся режущим инструментом предварительно полученные отверстия, например, цилиндры автомобильных двигателей и т.п.).

Оператор любого типа станков с программным управлением выполняет следующие основные функции: непосредственное обслуживание станка, производство контрольно-измерительных операций и наладку его на новую партию деталей. Обслуживание станка состоит из подготовки и уборки рабочего места, установки и съема детали, ухода за станком, наблюдения за его работой. Контрольно - измерительные операции включают: осмотр заготовки детали и режущего инструмента, измерения, контроль за тем, соответствуют ли полученные результаты (например, размеры обрабатываемых деталей) предусмотренным программой, нет ли отклонений в установке инструмента.

Наладка станка в деятельности оператора заключается в подготовке рабочих органов станка, режущего инструмента и приспособлений для обработки определенной партии деталей, изделий. Такая наладка является наиболее ответственной частью работы оператора. От того, насколько правильно она произведена, зависит качество обработки всей партии деталей. В зависимости от характера обрабатываемых деталей и типа станка наладка может быть более или менее сложной.

Требования к оператору. Оператор станков с программным управлением должен обладать следующими качествами:

- пространственное воображение,
- образная память,
- эмоциональная устойчивость,
- тщательность,
- точность,
- концентрация и распределение внимания,
- практическое мышление,
- развитая моторика,
- аккуратность.

Для получения на обрабатываемой заготовке заданной чертежом поверхности движения инструмента и заготовки должны быть согласованы между собой. Снятие стружки на станках осуществляется рабочими (или основными) движениями, к которым относится главное движение и движение подачи. Движение, которое определяет скорость резания, называется главным движением, а движение, по скорости которого определяется величина подачи, называется движением подачи.

Главное движение может быть вращательным (в токарных, сверлильных, фрезерных и других станках) и возвратно-поступательным (в строгальных, долбежных, протяжных и других станках). Главное движение сообщается или инструменту (например, во фрезерных, сверлильных, поперечно-строгальных станках), или заготовке (в токарных, продольно-строгальных станках). Движение подачи имеет или инструмент - в токарных,

сверлильных и продольно-строгальных станках, или заготовка - в шлифовальных, фрезерных и поперечно-строгальных станках.

Помимо рабочих движений, в каждом станке имеются вспомогательные движения. К ним относятся движения: транспортирования и закрепления заготовки, подвода и отвода инструмента, включения, выключения, переключения скоростей и подач и т. д. Если рабочие движения обычно автоматизированы, то вспомогательные движения можно осуществлять как автоматически, так и вручную.

В некоторых станках для получения заданной конфигурации поверхности детали используют дополнительные движения, кинематически связанные с рабочими движениями. К дополнительным движениям относится, например, движение обкатки и деления в зубообрабатывающих станках для нарезания зубчатых колес, червяков и шлицевых валов.

Рассказывая об основных элементах фрезерного станка с ЧПУ необходимо рассказать о его механической и электронной частях.

Механическая часть представлена фрезой, шпинделем, порталом и двигателем. Ключевым элементом машины является фреза, которая непосредственно осуществляет обработку материала и закрепляется в цанге — специальном зажиме, в котором можно фиксировать ее цилиндрический хвостовик. Перечисленные элементы устанавливаются в шпиндель — вал, обеспечивающий их вращение. Он, в свою очередь, устанавливается на портале — подвижной балке, позволяющей ему перемещаться над

обрабатываемым материалом по трем осям. Работа всех этих деталей контролируется тремя микрошаговыми двигателями (по одному на каждую ось), которые связаны с ЧПУ.

Система числового программного управления (ЧПУ) позволяет регулировать работу станка при помощи программ, запущенных на компьютере.

Программное обеспечение, необходимое для работы машины, поставляется вместе с оборудованием. Оно способно обрабатывать любые векторные изображения и переводить их в G-коды, воспринимаемые устройством. Для вырезки детали или гравировки надписи, например, достаточно построить их модели в одном из графических редакторов и загрузить в станок. Задачей оператора является выбор режима работы (гравировка, раскрой, фрезеровка) и задание параметров (скорость, количество оборотов шпинделя и др.)

Следует обратить внимание учащихся на то, что фрезерные станки с ЧПУ имеют ряд преимуществ по сравнению со своими аналогами с ручным управлением:

- существенное сокращение временных затрат в производственном процессе;
- сведение к минимуму человеческого фактора и сокращение расходов на зарплату: с обслуживанием нескольких устройств может справиться один сотрудник;

- высокая точность изготовления деталей;
- стабильность и бесперебойность работы машины;
- универсальность: один раз отлаженная программа обеспечивает

повторяемость результатов фрезеровки.

Тема 5. Использование 4-х координатного фрезерного станка с ЧПУ.

Содержание лекций:

Рассказывается об использовании 4-х координатного фрезерного станка с ЧПУ для изготовления трехмерных деталей, изготовление ранее разработанной 3D-модели (детали) на 4-хкоординатном фрезерном станке с ЧПУ.

В последнее время наблюдается значительный интерес к многоосевой обработке. Это вызвано, с одной стороны, повышением спроса на изготовление деталей сложной формы, с другой – снижением стоимости 4 и 5-координатных станков с ЧПУ и развитием математического аппарата CAD/CAM-систем.

Традиционной областью применения этой технологии является авиационная промышленность, где 4 и 5-координатные обрабатывающие центры служат для механической обработки турбинных лопаток, лопастей и других деталей сложной формы. Постепенно эта прогрессивная технология внедряется в обычное производство для изготовления инструмента и пресс-форм.

При 4 - координатном фрезеровании инструмент может обрабатывать поверхность детали торцевой или боковой частью. При такой обработке обычно используют концевые сферические фрезы, поэтому в первом случае контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью будет точечным, а во втором – линейным.

Существуют два вида 4-координатной обработки: одновременная (непрерывная) и обработка с индексированием. В первом случае в каждом кадре циклограммы находятся четыре адреса осевого перемещения, например: X, Y, Z, A. Нельзя говорить об одновременном перемещении по всем четырем осям – в каждом кадре обычно содержатся только три координаты. Остальные адреса стоят отдельно и используются как вспомогательные – для поворота инструмента или детали в определенное положение и дальнейшей 3-координатной обработки.

Управляющие программы для многоосевой обработки создаются исключительно при помощи CAD/CAM-систем. Зачастую технолог-программисту приходится строить дополнительные направляющие поверхности режущего инструмента.

Термин 3D-коррекция часто используется, когда речь заходит о технологии объемной обработки. При обычном плоском фрезеровании существует возможность выполнить коррекцию на радиус инструмента слева или справа от запрограммированного контура при помощи специальных

кодов. А как поступить в случае объемной поверхностной обработки, например при изготовлении матриц и пуансонов?

Когда производится обработка плоского контура, корректирующее смещение указывается справа или слева, то есть по нормали к обрабатываемой поверхности в точке контакта с инструментом. При использовании 3D-коррекции ситуация аналогичная, просто необходимо знать вектор ориентации инструмента и вектор нормали поверхности в точке контакта с инструментом. Исходя из взаимного положения этих векторов и корректирующего значения, система ЧПУ рассчитывает пространственное смещение режущего инструмента с сохранением его ориентации и заданной точки контакта.

#### Тема 6. Использование 3D-сканера.

Содержание лекций:

Рассказывается об использовании 3D-сканера для формирования 3D-модели физического объекта и непосредственное формирование 3D-модели физического объекта, приводится краткая историческая справка по 3D-сканерам.

3D сканеры по принципу действия делятся на 2 большие группы: контактные и бесконтактные. У первых роль измерителя выполняет щуп с размещенными на его конце контактными датчиками. По мере прохождения щупа по контуру объекта формируется его 3D модель. В этом случае

точность полученной модели обусловлена точностью датчиков. На сегодняшний день такие сканеры встречаются всё реже и в скором времени будут либо исчезнут с рынка, либо будут пригодны для оцифровки несложных геометрических объектов.

Бесконтактные сканеры представляют собой сложные оптико-механические системы. Роль измерителя в таких устройствах выполняет либо лазерный луч, либо ультразвуковое излучение. Принцип их работы заключается в излучении сгенерированного пучка волн лазера, либо ультразвука, который, отражаясь от объекта, попадает на приёмник устройства. Таким образом, сканер «ощупывает» объект и создает его модель.

Бесконтактные сканеры, в свою очередь, делятся на стационарные и портативные (мобильные) и по степени точности построения модели оцифровываемого объекта.

Стационарные сканеры обладают более высокой точностью, но имеют 2 недостатка, существенно суживающие сферу их применения:

- ограничения по габаритам оцифровываемого объекта,
- процесс оцифровывания может происходить только в том помещении, где находится сканер.

Несмотря на то, что 3D сканеры уже довольно давно существуют на рынке, их стоимость остаётся достаточно высокой, и не каждое предприятие или организация может позволить себе его приобретение. В первую очередь,

это связано со сложностью конструкции устройства, а во-вторых, алгоритмы построения 3D модели на основании данных, получаемых от систем устройства, постоянно совершенствуется, что позволяет получать всё более точные модели реальных объектов.

На сегодняшний день на рынке представлены сканеры, которые позволяют производить сканирование как с точностью несколько миллиметров (архитектура, киноиндустрия), так и с точностью до 0,1 мм (промышленность, археология, медицина).

Принцип работы сканера аналогичен принципу работы тахеометра, — измерение двух углов и расстояния до объекта, что в конечном итоге дает возможность вычислить координаты. Пучок лазера выходит из излучателя, отражается от поверхности объекта и возвращается в приемник, где с помощью электроники определяется точное время прохождения каждого импульса. Импульсный лазер генерирует множество коротких импульсов в инфракрасной области спектра, которые направлены через зрительную трубу к цели. Скорость прохождения света сквозь окружающую среду можно точно определить. Поэтому, зная время прохождения луча до объекта и обратно, можно вычислить расстояние между целью и инструментом. Измерения с помощью определения времени прохождения сигнала (TOF) обычно имеют не только наибольшую дальность, но и отвечают наивысшим стандартам безопасности, поскольку интервалы между импульсами недостаточны для накопления «вредной» для глаз энергии. Каждый импульс — это однократное

измерение расстояния, но поскольку каждую секунду посылаются тысячи таких импульсов, то с помощью усреднения результатов достаточно быстро достигается высокая точность измерений. Обычно в ходе измерений прибор выдает около 20000 лазерных импульсов в секунду. Этого достаточно, чтобы при усреднении получить точные значения расстояний.

В процессе измерений встроенный в головку сканера блок развертки вращается в горизонтальной плоскости в диапазоне  $360^\circ$ , при этом может быть установлен шаг сканирования. В вертикальной плоскости лазерный луч разделяется с помощью вращающегося зеркала с предварительно заданным шагом. Таким образом, в отдельно взятом вертикальном скане будут измерены все точки с данной дискретностью. Потом сервопривод вращает блок измерительной головки на угол, равный шагу измерений.

При этом измеряется расстояние до сканируемой точки. Затем сервопривод поворачивает сканирующую головку в горизонтальной плоскости на угол, равный шагу измерения. Углы поворота сканирующей призмы в вертикальной плоскости и угол поворота сканирующей головки в горизонтальной плоскости измеряют с помощью аналого-цифровых преобразователей. Измеренное расстояние и два угла (вертикальный и горизонтальный) в конечном итоге дают возможность вычислить координаты сканируемой точки.

## Тема 7. Использование 3D принтера.

Рассказывается об использовании 3D-принтера для изготовления трехмерных деталей и выполняется самостоятельная практическая работа по изготовлению ранее разработанной 3D-модели (детали) на 3D-принтере. Слушатели знакомятся с историей появления и развитием 3D-принтеров.

Рассматриваются различные технологии 3D печати. Основная разница заключается в том, каким образом слои накладываются один на другой.

СЛС (селективное лазерное сплетение), НРМ (моделирование путем наложения слоев расплавленных материалов) и СЛА (стереолитография) – наиболее распространенные технологии, используемые при 3D печати. Технологии селективного лазерного сплетения (СЛС) и моделирование путем наложения слоев расплавленных материалов (НРМ) используют расплавленные материалы для создания слоев.

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта.

Технологии, применяемые для создания слоев:

- Лазерная
- Ламинирование
- Струйная
- Полимеризация
- Склеивание или спекание

- Биопринтеры

Лазерная стереолитография — ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер, либо фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон, меняющийся с новым слоем. При этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик.

Лазерное сплавление (англ. *melting*) — при этом лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контур будущей детали.

Ламинирование — деталь создаётся из большого количества слоёв рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали.

Струйная (застывание материала при охлаждении) — раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта.

Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы — способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета.

Склеивание или спекание порошкообразного материала — похоже на лазерное спекание, только порошковая основа (подчас на основе измельчённой бумаги или целлюлозы) склеивается жидким (иногда

клеющим) веществом, поступающим из струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя вещества различных цветов. Существуют образцы 3D-принтеров, использующих головки струйных принтеров.

Густые керамические смеси тоже применяются в качестве самоотверждаемого материала для 3D-печати крупных архитектурных моделей.

Биопринтеры — ранние экспериментальные установки, в которых печать 3D-структуры будущего объекта (органа для пересадки) производится каплями, содержащими живые клетки[5]. Далее деление, рост и модификации клеток обеспечивает окончательное формирование объекта.

Чаще всего решающими факторами при выборе 3D принтера выступают: скорость и цена создания прототипа, цена принтера, возможности выбора материалов и их доступность.

Отдельно рассматривается вопрос конвертирования файлов в формат STL из разных программ для 3D-моделирования для управления 3D принтерами. Важно помнить, что экспорт в формат STL возможен только для целых 3D-объектов

Рассматриваются наиболее часто применяемые программы создания 3D-объектов:

AutoCAD, Autodesk 3ds Max (3D Studio Max), Autodesk Inventor / Mechanical Desktop, Google Sketchup, Blender, Pro ENGINEER, Rhino,

Solidworks, SolidWorks Student Design Kit.

Тема 8. «Современные цифровые технологии прототипирования».

Подведение итогов выполнения учебного курса «Современные цифровые технологии прототипирования». Примеры проектных заданий и реализованные проекты учащихся.

## **Методическое обеспечение программы**

### **Описание форм занятий**

Настоящая образовательная программа предусматривает несколько форм проведения занятий, а именно:

- лекция;
- практическое занятие;
- экскурсия;
- представление проектов;
- контрольная работа;
- самостоятельное практическое занятие.

Лекция используется для сообщения вводного, нового материала организационно-методического, информационного и теоретического характера, который нецелесообразно или невозможно закрепить практически.

Практическое занятие предусматривает изложение нового материала, который должен быть тут же практически воспроизведен и закреплен.

Вначале каждого занятия проводится устный опрос по теме, пройденной на предыдущем занятии. Обучающимся разрешено пользоваться своими конспектами при ответах, однако, на обдумывание вопроса отводится не много времени – около 5 – 10 секунд.

На практических занятиях практикуется закрепление изложенного ранее материала, выполняя практическую работу на компьютере. Тема работы – свободная. Она формулируется так: «Вы должны придумать и изобразить технически осмысленный объект, используя изложенные приемы работы, а также, при необходимости, другие, известные вам методы работы». Результаты работы оцениваются по шкале 3, 4, 5. Во время урока обучающиеся разрешено говорить и ходить по классу для обсуждения результатов работы друг друга. На этом же уроке происходит проверка домашних заданий, а также – обсуждение их проектов и текущих вопросов, относящихся к их проектам, индивидуально.

Экскурсия проводится для наглядного ознакомления учащихся с тем оборудованием, которое может быть использовано для реализации их проектов. Экскурсия проводится в ЦТПО «Киберсфера» при МИРЭА.

Цели экскурсии:

- Наглядное ознакомление с действующим современным, высокотехнологичным, автоматизированным, промышленным оборудованием;
- Повышение общетехнического уровня знаний;

- Повышение заинтересованности в успешном освоении учебного курса;
- Укрепление мотивации учебной деятельности учащихся.

Экскурсию проводят сотрудники ЦТПО «Киберсфера».

Содержание экскурсии:

- Демонстрация оборудования, сопровождаемая устным рассказом;
- Демонстрация процесса подготовки к изготовлению и запуск оборудования для изготовления детали;
- Ответы на вопросы экскурсантов.

Контрольная работа проводится в теоретическо-практической форме.

Учащемуся необходимо ответить устно на один вопрос по материалу, пройденному в текущем полугодии, и выполнить практическую работу по созданию чертежа (в первом полугодии), или трехмерной модели (во втором полугодии) детали по ее эскизу.

Представление проектов – завершающий урок курса. На нем в устной форме в виде доклада-презентации обучающийся представляет свой проект. В том случае, если в ходе выполнения проекта были изготовлены какие-либо детали, их тоже демонстрируют.

Самостоятельное практическое занятие выполняется учащимся самостоятельно дома или во внеурочное время в классе. Содержание этого занятия: выполнение домашнего задания и/или работа над проектом. В аудитории занятие проводится под руководством консультантов.

### **Описание приемов и методов проведения занятий**

В зависимости от формы занятия используются различные методы и приемы проведения занятий, а именно:

- Устное изложение материала с использованием доски и фломастера;
- Компьютерная демонстрация с устным комментарием;
- Наглядная демонстрация деталей, выполненных с использованием изучаемого оборудования;
- Устный опрос;
- Практическая контрольная, самостоятельная работа;
- Самостоятельные творческие практические домашние задания;
- Коллективное устное обсуждение работ учащихся.

### **Дидактическое и техническое оснащение**

Дидактическим оснащением образовательной программы являются:

- Планы-конспекты лекций учащихся;
- Описание программы, используемой в работе в электронном виде справки;
- Пособие по работе с программой «Компас»;
- Материалы проектов в электронном виде и в виде наглядной экспозиции;
- Сборник эскизов деталей в электронном виде;

- Раздел сайта университета и сайта преподавателя, где размещены материалы, относящиеся к изучаемому курсу, включая вопросы к зачетам и оценки.

Техническое оснащение состоит из технического оснащения учебного класса и оснащения ЦТПО.

Учебный класс оснащен IBM-совместимыми персональными компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением. Компьютеры класса объединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет и на сервер школы. Дополнительно в состав оборудования класса входят принтер, сканер и проектор, подключенные к компьютеру преподавателя.

### **Формы подведения итогов по основным разделам**

Предусмотрены следующие формы подведения итогов по основным разделам образовательной программы:

- Тема 1 – устный опрос;
- Тема 2–7 – устный опрос, самостоятельная контрольная работа, зачет.
- Тема 8 – защита проектов.

### **Условия реализации программы**

Настоящая образовательная программа может быть успешно реализована при наличии административно-организационной, методической и технической поддержки, обеспечивающей выполнение всех указанных выше разделов программы, включая требуемое дидактическое и техническое обеспечение.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Целью самостоятельной работы является формирования навыков развития технического творчества, закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, развитие навыков самостоятельного выполнения работы по выбранной теме, оформления ее результатов по ГОСТу, а также обеспечения своей работы источниками информации, в том числе, научной и методической информации, включая информацию, находящейся в сети *Internet*. С практической стороны появляется возможность использовать полученные знания, умение работать с технической и справочной литературой, четко изложить собранный и обработанный материал с обязательным соблюдением требований по оформлению.

Самостоятельная работы выполняется под руководством преподавателя, который должен увязать ее с подготовкой к занятиям, с выполнением творческого задания или (и) другими видами занятий.

На базе ЦТПО инициативные работы (написание рефератов, разработка проектов) формируют у обучающихся личный опыт самостоятельного творчества. Обучающемуся необходимо обеспечить самостоятельный выбор темы из предлагаемых с учетом его творческого интереса и уровня подготовки по дисциплине.

Преподавателем дополнительно по каждой теме могут быть уточнены исходные данные и требования к результату. Варианты заданий должны быть строго индивидуальны. По инициативе преподавателя, а в исключительных случаях и по инициативе обучающегося тема может быть определена как оригинальная. Работе по такой не типовой теме преподаватель должен уделить особое внимание. В частности, он должен рекомендовать конкретные источники информации по теме задания.

Целью выступления обучаемого является приобретение опыта публичного выступления с анализом обсуждаемых вопросов по теме занятия, а также представление и защита собственных результатов выполнения заданий, связанных с темами лекций, самостоятельной работой, например, рефератом.

В рабочей программе определены темы, которые прорабатываются при аудиторной работе, в часы самостоятельной работы. В силу

различной подготовки обучающихся, их разной способности к усвоению материала могут возникнуть различные проблемы. Поэтому преподавателю на занятиях целесообразно провести краткий опрос на понимание обучающимися предмета обсуждения, а затем при необходимости по проблемным темам организовать практическую работу. Опыт показывает, что такой опрос может дать большой эффект, если проводится в письменной форме. Как форму письменного опроса можно предложить такую форму: преподаватель заготавливает раздаточные листы с заданием по пройденному материалу. Это может быть теоретический вопрос, решение задачи, приведение примера, расчет координат и пр. Листы раздаются в выбранном преподавателем порядке. По прошествии 5-7 минут преподаватель собирает листки с ответами. Таким образом проведен опрос всех присутствующих по вопросам пройденного материала. Этого вполне достаточно, чтобы преподаватель смог оценить степень усвоения материала, готовность обучающихся к изучению последующих тем, выставить контрольные оценки.

На занятиях могут быть рассмотрены вопросы, связанные с проверкой хода выполнения творческих инициативных работ, с консультациями по самостоятельной работе, решаться задачи по пройденным темам, просматриваться видеоматериалы

Оценка творческой работы дается преподавателем с учетом его содержания, качества оформления, в том числе иллюстрационного

материала, доклада и ответов на вопросы. Признанные лучшими работы преподаватель может рекомендовать на творческие конкурсы,

**Список вопросов для промежуточной проверки по модулям  
дополнительной образовательной программы**

Номер модуля:   1  

Название модуля: Начала проектирования и компьютерного черчения

Количество частей:   3  

Часть 1 «Примеры технических проектов» (2 – 3 вопроса)

*Вопрос 1 Является ли черчение единственным видом работ при реализации технического проекта?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Да

- Почти правильный ответ Не всегда

- **Правильный ответ** Нет

- Совсем не правильный ответ Точно, да

*Вопрос 2 Может ли при реализации программно-управляемой механической системы потребоваться 3D-моделирование?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет
- Почти правильный ответ      Да, если все детали уникальны
- **Правильный ответ**      Да
- Совсем не правильный ответ      В зависимости от языка программирования

**Часть 2 «Введение в компьютерное черчение и проектирование» (2 – 3 вопроса)**

**Вопрос 1** Может ли чертеж включать в себя упрощенное или условное изображение?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет
- Почти правильный ответ      При необходимости
- **Правильный ответ**      Да
- Совсем не правильный ответ      Только для деталей вращения

**Вопрос 2** Всегда ли компьютерное черчение предпочтительнее традиционного?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Да
- Почти правильный ответ      Почти всегда
- **Правильный ответ**      Нет
- Совсем не правильный ответ      Да, для программы Paint

...

Часть 3 «Начальные сведения по использованию САПР» (2 – 3 вопроса)

**Вопрос 1 Что означает аббревиатура «САПР»?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Система автоматических программ
- Почти правильный ответ      Система автоматического проектирования
- **Правильный ответ**      Система автоматизированного проектирования
- Совсем не правильный ответ      Система автоматизации программируемых роботов

**Вопрос 2 Размер файла растрового изображения определяется**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Количеством линий изображения
- Почти правильный ответ      Пространственным разрешением экрана дисплея

- **Правильный ответ**      Пространственным разрешением экрана дисплея и «глубиной» цвета

- Совсем не правильный ответ      Объемом оперативной памяти

Вопросы ко всему модулю (10 – 15 вопросов)

*Вопрос 1 Какое оборудование установлено на подвижной платформе проекта «Машина ДПС»?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Управляющий блок

- Почти правильный ответ      Камера обзора

- **Правильный ответ**      Камера обзора и сигнальные источники света

- Совсем не правильный ответ      Батареи

*Вопрос 2 Приходится ли прибегать к программированию при реализации технических проектов электронно-механических управляемых устройств?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      Иногда

- Правильный ответ Почти всегда

- Совсем не правильный ответ Нет, потому, что они уже запрограммированы

**Вопрос 3 Для чего планируется использовать проект «Черепаша»?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Для игры

- Почти правильный ответ Для обучения

- Правильный ответ Для обучения программированию

- Совсем не правильный ответ Для проверки быстроты реакции

**Вопрос 4 Проект «Мебель для школьного кабинета» включает в себя**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Ученические столы

- Почти правильный ответ Стеллаж

- Правильный ответ Стеллаж и стол учителя

- Совсем не правильный ответ Стремянку

**Вопрос 5 В чем причина применения векторного принципа представления графической информации?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Линии становятся более ровными
- Почти правильный ответ      Уменьшается размер файла изображения
- **Правильный ответ**      Существенно уменьшается размер файла изображения и проявляется структура изображения
- Совсем не правильный ответ      Можно указывать направление движения деталей

*Вопрос 6 Всегда ли есть смысл представлять электронную схему в виде чертежа?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Да
- Почти правильный ответ      Нет
- **Правильный ответ**      Почти всегда, если схема не очень большая
- Совсем не правильный ответ      Да, для цифровых схем

*Вопрос 7 Редактирование чертежа подразумевает следующие действия*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Удаление чертежа
- Почти правильный ответ      Дополнение чертежа
- **Правильный ответ**      Внесение изменений в чертеж

- Совсем не правильный ответ      Отправка чертежа по электронной почте

***Вопрос 8 3D-моделирование используют в проектировании для***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Удешевления процесса проектирования
- Почти правильный ответ      Получения дополнительной информации
- Правильный ответ      Повышения наглядности**
- Совсем не правильный ответ      Для кодирования изображений

***Вопрос 9 Для создания чертежа в САПР используют***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      3D-сканер
- Почти правильный ответ      Мышь
- Правильный ответ      Мышь и клавиатуру**
- Совсем не правильный ответ      Веб-камеру

***Вопрос 10 Можно ли на 3D-принтере изготовить узел, состоящий из неразъемных, но подвижных деталей?***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ Да

- **Правильный ответ** Да, на принтере с поддерживающим картриджем

- Совсем не правильный ответ Да, если двигать сам принтер

Номер модуля:   2  

Название модуля: Основы конструирования и черчения

Количество частей:   4  

**Часть 1 «Интерфейс пользователя AutoCAD 2014» (2 – 3 вопроса)**

***Вопрос 1 Какие устройства используют для создания чертежа?***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Сканер

- Почти правильный ответ Мышь

- **Правильный ответ** Мышь и клавиатура

- Совсем не правильный ответ 3D-принтер

***Вопрос 2 Как указать числовые координаты точки конца отрезка?***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Мышью

- Почти правильный ответ В поле ввода

- **Правильный ответ** В поле ввода или в командной строке

- Совсем не правильный ответ В поле «Выполнить» главного меню Windows

Часть 2 «Двумерные графические примитивы» (2 – 3 вопроса)

*Вопрос 1 Можно ли изобразить правильный многоугольник с помощью примитива «Отрезок прямой»?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Нет

- Почти правильный ответ Да

- **Правильный ответ** Да, но лучше использовать специальный примитив

- Совсем не правильный ответ Только для деталей вращения

*Вопрос 2 Можно ли выбрать требуемый графический примитив без указания его пиктограммы мышью?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Нет

- Почти правильный ответ Да

- **Правильный ответ** Да, указав команду в командной строке

- Совсем не правильный ответ Да, через ярлык на рабочем столе

### *Часть 3 «Редактирование двумерных чертежей» (2 – 3 вопроса)*

**Вопрос 1** Редактирование элемента чертежа предусматривает:

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Установление связи с другими элементами чертежа

- Почти правильный ответ Изменение параметров элемента

- **Правильный ответ** Изменение параметров элемента или удаление элемента

- Совсем не правильный ответ Загрузку нового чертежа

**Вопрос 2** Как прервать добавление отрезков ломаной?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Сделав последний отрезок нулевой длины

- Почти правильный ответ Нажав клавишу Esc

- **Правильный ответ** Нажав клавишу Esc или выбрав команду из контекстного меню

- Совсем не правильный ответ      Нажав правую клавишу мыши

#### **Часть 4 «Виды, проекции и размеры» (2 – 3 вопроса)**

**Вопрос 1** В каких единицах измерения указывают размеры

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      В сантиметрах

- Почти правильный ответ      Без указания единиц измерения – в  
миллиметрах

**- Правильный ответ**      Без указания единиц измерения – в  
миллиметрах или в градусных единицах измерения

- Совсем не правильный ответ      В квадратных миллиметрах

**Вопрос 2** Какую форму имеет размерная линия углового размера?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Форму угла

- Почти правильный ответ      Форму дуги

**- Правильный ответ**      Форму дуги со стрелками на концах

- Совсем не правильный ответ      Овальную

Вопросы ко всему модулю (10 – 15 вопросов)

**Вопрос 1** Что такое пиктограмма?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Пиксель
- Почти правильный ответ      Графическое изображение
- **Правильный ответ**      Графическое изображение небольшого размера, являющееся частью графического интерфейса
- Совсем не правильный ответ      Зависимость производительности процессора от времени

*Вопрос 2 Что такое панель инструментов?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Меню редактирования
- Почти правильный ответ      Набор пиктограмм
- **Правильный ответ**      Набор логически сгруппированных по назначению пиктограмм
- Совсем не правильный ответ      Всплывающее меню

*Вопрос 3 Надо ли нажимать на левую клавишу мыши для выделения объекта на чертеже?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Не обязательно

- Почти правильный ответ    Надо

- **Правильный ответ**    Надо, когда курсор мыши находится на линии объекта

- Совсем не правильный ответ    Нет, надо ввести с клавиатуры имя объекта

**Вопрос 4** *Можно ли при выборе создания дуги получить на чертеже прямую линию?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ    Нет

- Почти правильный ответ    Да

- **Правильный ответ**    Да, если три точки дуги расположены на прямой

- Совсем не правильный ответ    Только для плоских деталей

**Вопрос 5** *Каков признак работы системы привязки?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ    Изменение цвета фона экрана дисплея

- Почти правильный ответ    Маленькие квадратики на концах линии объекта

- **Правильный ответ** Маленькие квадратики на линии объекта

- Совсем не правильный ответ Звуковой сигнал

***Вопрос 6 Как выключить режим привязки?***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Набрать на клавиатуре «ВЫКЛ»

- Почти правильный ответ Нажать на левую клавишу мыши

- **Правильный ответ** Нажать и отпустить левую клавишу мыши,  
установив курсор мыши вне объекта

- Совсем не правильный ответ Ввести с клавиатуры «Отвязка»

***Вопрос 7 Где на чертеже относительно вида спереди располагают  
обычно вид сверху?***

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Над видом спереди

- Почти правильный ответ Под видом спереди

- **Правильный ответ** Под видом спереди, в проекционной связи с видом  
спереди

- Совсем не правильный ответ Где угодно

*Вопрос 8 Определяется ли размер между элементами чертежа автоматически?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет
- Почти правильный ответ      Да
- **Правильный ответ**      Да, если между ними можно указать размер
- Совсем не правильный ответ      Только между центрами окружностей

*Вопрос 9 Можно ли изменить размер не изменяя положения элементов чертежа?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет
- Почти правильный ответ      -
- **Правильный ответ**      Да
- Совсем не правильный ответ      Нет, для линейных размеров

*Вопрос 10 После выполнения операции указания размера размерного числа не видно. Что делать?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Повторить операцию

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      На крендель

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      На бублик

- Совсем не правильный ответ      На восьмерку

***Часть 2 «Редактирование трехмерных деталей» (2 – 3 вопроса)***

***Вопрос 1*** Можно ли изменить параметры тора так, чтобы центральное отверстие исчезло?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      Да

- Совсем не правильный ответ      В зависимости от пространственной ориентации тора

***Вопрос 2*** Можно ли задать цвет поверхности фигуры?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      Как правило - да

- Правильный ответ Да

- Совсем не правильный ответ В зависимости от координат расположения фигуры

*Часть 3 «Трехмерные грани, сети, тела вращения, выдавливание» (2 – 3 вопроса)*

*Вопрос 1* Состоит ли трехмерная грань из плоскостей?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Нет

- Почти правильный ответ И из плоскостей тоже

- Правильный ответ Только из плоскостей

- Совсем не правильный ответ Нет – из трех сферических частей

*Вопрос 2* Как представлена трехмерная сеть в AutoCAD?

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ Трехмерный массив двумерных точек

- Почти правильный ответ -

- Правильный ответ Двумерный массив трехмерных точек

- Совсем не правильный ответ Множество шаров, соединенных цилиндрами

Вопросы ко всему модулю (10 – 15 вопросов)

*Вопрос 1 В каком соотношении должны находиться между собой размеры прямоугольного параллелепипеда?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Сумма двух любых не должна превышать третьего

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      В произвольном

- Совсем не правильный ответ      В геометрической прогрессии

*Вопрос 2 Является ли конус трехмерным графическим примитивом?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      Да

- Совсем не правильный ответ      Нет такой фигуры вообще

*Вопрос 3 Могут ли фигуры, образованные трехмерными графическими примитивами, пересекаться в пространстве?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      Да

- Совсем не правильный ответ      Только, если их центры лежат на одной прямой

*Вопрос 4 Может ли фигура, образованная одним трехмерным графическим примитивом, располагаться внутри фигуры, образованной другим трехмерным графическим примитивом?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      Да

- Совсем не правильный ответ      Нет, т.к. компьютер при этом зависнет

*Вопрос 5 Сколько углов может иметь один элемент трехмерной грани?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Не меньше трех

- Почти правильный ответ      Четыре

- **Правильный ответ**      Три или четыре

- Совсем не правильный ответ      Ни одного – это бесконечная плоскость

*Вопрос 6 Можно ли при редактировании трехмерной фигуры независимо изменять ее различные параметры?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет, только согласованно

- Почти правильный ответ      Да

- **Правильный ответ**      Да, если при этом сохраняется конфигурация фигуры

- Совсем не правильный ответ      Для этого надо переместить фигуру в центр координат

*Вопрос 7 Существует ли операция деления трехмерной фигуры на две части?*

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Нет

- Почти правильный ответ      -

- **Правильный ответ**      Да

- Совсем не правильный ответ      Да, изменив разрешение экрана компьютера

**Вопрос 8 Сколько точек надо описывать при создании трехмерной грани?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Пять
- Почти правильный ответ      -
- **Правильный ответ**      Четыре для перфого фрагмента и по две для  
каждого следующего
- Совсем не правильный ответ      По три для каждого фрагмента

**Вопрос 9 Как задать ось фигуры вращения?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Выбрав ось шара
- Почти правильный ответ      Создав отрезок прямой
- **Правильный ответ**      Создав отрезок прямой и указав его в качестве оси  
вращения
- Совсем не правильный ответ      Выбрать из контекстного меню

**Вопрос 10 Как направлен взгляд при просмотре трехмерной сцены?**

Выберите правильный ответ из предложенных:

- Не правильный ответ      Перпендикулярно      плоскости      экрана  
компьютера

- Почти правильный ответ -

- Правильный ответ

В центр системы координат сцены

- Совсем не правильный ответ

К центру ближайшей фигуры

### Список литературы

Список литературы для учащихся, педагогов и родителей.

1. Кидрук М. «Работа в системе проектирования КОМПАС-3D V11», М., «Эксмо», 2010.
2. Пачкоря О.Н. «Инженерная графика пособие по выполнению лабораторных и практических работ в системе компас – 3d v8», Московский государственный технический университет гражданской авиации, м., 2006

Руководитель мероприятия



М.П.Романов