

Администрация городского округа Тольятти
Департамент образования
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования
«Гуманитарный центр интеллектуального развития»
городского округа Тольятти

Программа принята к реализации
решением педагогического
совета. Протокол № 4
от «28» июня 2024г.

УТВЕРЖДАЮ.
«28» июня 2024г. Приказ № 58

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
«ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»**

Направленность техническая

Возраст детей – 11 - 17 лет

Срок реализации – 2 года

Разработчик:

Дарьина Антонина Олеговна,
педагог дополнительного образования.

Методическое сопровождение:

Клюева Юлия Викторовна, методист
Центра цифрового образования детей
«IT-куб»

Тольятти

2024

Паспорт дополнительной общеобразовательной программы

Название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Инженерная компьютерная графика»
Краткое название программы	Инженерная компьютерная графика
Изображение для навигатора (логотип)	
Место реализации программы (адреса)	МБОУ ДО ГЦИР: 445045, Самарская область, г.Тольятти, ул. Чайкиной, 87
Разработчик(и) программы	Дарьина Антонина Олеговна, педагог дополнительного образования
Методическое сопровождение	Клюева Юлия Викторовна, методист Центра цифрового образования детей «IT-куб»
Краткое описание (для навигатора) не более 1000 знаков	Программа «Инженерная компьютерная графика» реализуется в рамках центра цифрового образования «IT-куб» и направлена на изучение работы в профессиональном конструкторском программном обеспечении ADEM-VX путем создания понятных и интересных обучающимся предметов. Программа построена на принципе сквозного проектирования: каждое законченное задание или серия практических заданий составляет единый процесс создания изделия и приводит к получению материального результата проделанной работы.
Ключевые слова для поиска (не более 400 знаков)	Моделирование, модели, 3d-печать, 3d-принтер, CAD, САПР, ADEM, координаты, плоскость, чертеж, булевы операции
Цели и задачи (для родителей, кратко и понятно) не более 255 знаков	Приобретение школьниками начальных навыков моделирования и проектирования в профессиональном ПО, выполнение творческих заданий, знакомство с 3d-печатью и оборудованием, развитие пространственного мышления, углубление знаний по математике, геометрии
Результаты освоения (для родителей) не более 255 знаков	Выпускник программы научится основным приемам моделирования в инженерном CAD ПО; познакомится с принципами 3d-печати, попробует свои силы в создании множества интересных небольших предметов, получит материальные результаты проделанной работы
Материальная база (перечислить имеющееся оборудование) не более 255 знаков	Мультимедийное проекционное оборудование, персональный компьютер для каждого обучающегося, компьютерная программа «ADEM-VX», 3d-принтер XYZ da Vinci Jr. WIFI Pro
Год создания программы. Где, когда и кем утверждена программа	2023 год. Решение педагогического совета МБОУ ДО ГЦИР от 29 июня 2023 г. Протокол №5
Тип программы по функциональному назначению	общеразвивающая

Направленность программы	Техническая
Направление (вид) деятельности	Моделирование, конструирование
Форма обучения по программе	Очная
Используемые образовательные технологии (перечислить кратко)	Проектный метод. Технология обучения в сотрудничестве (обучение в малых группах). Портфолио. ИКТ
Уровень освоения содержания программы	Базовый уровень
Охват детей по возрастам	11 – 17 лет
Вид программы по способам организации содержания	Модульная
Срок реализации программы	2 года
Взаимодействие программы с различными учреждениями и профессиональными сообществами	
Финансирование программы	Реализуется в условиях ПФДО и на бюджетной основе в рамках муниципального финансирования. За рамками муниципального финансирования – на платной основе
Итоги экспертизы программы на соответствие требованиям ПФДО	Итоговое заключение ОМЭС-35 от 30.01.2024.
Итоги участия программы в конкурсах	

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
Введение	4
Актуальность и педагогическая целесообразность программы	4
Новизна, отличительные особенности данной программы от уже существующих образовательных программ	5
Цель и основные задачи программы	5
Педагогические принципы, определяющие теоретические подходы к построению образовательного процесса	6
Основные характеристики образовательного процесса	6
Отбор и структурирование содержания, направления и этапы образовательной программы, формы организации образовательного процесса	7
Воспитательная деятельность в рамках программы	8
Планируемые результаты освоения программы	10
Педагогический мониторинг результатов образовательного процесса	10
УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ	12
СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	13
Первый год обучения	13
Второй год обучения	18
ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	23
Кадровое обеспечение	23
Методическое обеспечение	23
Информационное обеспечение	24
Материально-техническое обеспечение программы	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	26
ПРИЛОЖЕНИЯ	28
Календарный учебный график программы	28
Оценочные материалы	29

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Инженерная компьютерная графика» является неотъемлемой частью образовательной программы муниципального бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования «Гуманитарный центр интеллектуального развития» городского округа Тольятти и дает возможность каждому ребенку получать дополнительное образование исходя из его интересов, склонностей, способностей и образовательных потребностей, осуществляемых за пределами федеральных государственных образовательных стандартов и федеральных государственных требований.

Программа «Инженерная компьютерная графика» реализуется в рамках центра цифрового образования «IT-куб» и направлена на изучение работы в профессиональном конструкторском программном обеспечении ADEM-VX путем создания понятных и интересных обучающимся предметов. Программа построена на принципе сквозного проектирования: каждое законченное задание или серия практических заданий составляет единый процесс создания изделия и приводит к получению материального результата проделанной работы.

По своему функциональному назначению программа является *общеразвивающей*, поскольку она обеспечивает удовлетворение потребностей обучающихся в интеллектуальном, нравственном совершенствовании, в организации их свободного времени.

Программа имеет *техническую направленность*, так как ориентирована на развитие у обучающихся конструкторских способностей, творческого воображения, пространственного мышления путем работы в трехмерной координатной сетке, понимания точных размеров. Программа также решает ряд задач художественной направленности, так как ориентирована на развитие у детей дизайнерских способностей, художественного вкуса при выборе деталей создаваемых предметов.

Актуальность и педагогическая целесообразность программы

Актуальность предлагаемой программы заключается в том, что она ориентирована на приоритетные направления социально-экономического и территориального развития Самарской области, определенных в Стратегии социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года (утверждена постановлением Правительства Самарской обл. от 12.07.2017 г. № 441), в которой поставлена задача качественного изменения структуры направленностей дополнительного образования и увеличения кружков и секций технического и естественнонаучного профиля.

В настоящее время для реорганизации и эффективного развития отечественного, регионального производства необходима подготовка специалистов в области конструирования и проектирования, не только владеющих классическими приемами создания чертежной документации, но и обладающих высокой квалификацией в области информационных технологий в целом и технологий инженерной компьютерной графики в частности. Подготовка специалистов такого уровня успешна только в том случае, когда она начинается в учреждениях дополнительного образования и планомерно продолжается в учреждениях среднего и высшего профессионального образования. Учащиеся именно этих учреждений образования находятся в той психофизиологической стадии развития, когда легко воспринимаются новые знания, формируются новые компетенции и еще есть возможность корректуры уже сформированных и устоявшихся представлений о методах и формах работы с той или иной информацией.

Педагогическая целесообразность программы заключается в том, что содержание программы, используемые технологии, формы и методы обучения создают и обеспечивают необходимые условия для личностного развития и творческого труда обучающихся и позволяют удовлетворить индивидуальные потребности обучающихся в интеллектуальном и художественно-эстетическом развитии. Модульная организация её содержания позволяет

более вариативно организовать образовательный процесс, оперативно подстраиваясь под интересы и способности обучающихся.

Программа «Инженерная компьютерная графика» является модульной и позволяет более вариативно организовать образовательный процесс, оперативно подстраиваясь под интересы и способности обучающихся, что максимально отвечает запросу социума на возможность выстраивания ребёнком индивидуальной образовательной траектории.

Метапредметный подход к организации деятельности учащихся на занятиях по программе обеспечивает педагогическую целесообразность программы, так как сформированные на занятиях способы работы со знанием будут востребованы обучающимся в любых жизненных ситуациях, в том числе и в их дальнейшем профессиональном самоопределении.

Ярко выраженная нацеленность программы на формирование метапредметных результатов также позволяет говорить о том, что программа педагогически целесообразна, так как метапредметные умения и навыки, полученные в ходе освоения программы, помогут обучающемуся оптимально использовать информационные технологии и навыки группового взаимодействия.

Новизна, отличительные особенности данной программы от уже существующих образовательных программ

Новизна программы выражается в использовании новейших инженерных технологий: обучающиеся получают навыки работы в CAD\CAM системе ADEM-VX, знакомятся с принципами проектирования и изготовления объектов с использованием 3d-печати.

Отличительной особенностью программы является то, что профессиональное программное обеспечение используется для создания интересных декоративных предметов, позволяя изучить серьезные методы конструирования без потери интереса учащихся, а также в том, что она построена на принципе сквозного проектирования: от идеи до изделия в руках, позволяя детям пройти цикл производства изделия в миниатюре.

Цель и основные задачи программы

Цель программы - развитие пространственного мышления, творческих способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе их графических отображений посредством приобретения знаний, умений создания трехмерных моделей, подготовки процесса их воплощения в материале путем 3d-печати и работе с 3d-принтером.

Основные задачи:

Обучающие:

- 1) способствовать приобретению навыков геометрического построения 2d и 3d-объектов в программах CAD;
- 2) формировать представление о формообразовании предмета;
- 3) способствовать приобретению навыков проектирования объектов в сборке и моделирования процесса обработки;
- 4) дать представление о свойствах материалов и работе 3D-принтера, создать условия для получения навыков работы на оборудовании.

Воспитательные:

- 1) воспитывать ценностное отношение к информационным технологиям, эстетический вкус, бережное отношение к оборудованию и технике;
- 2) способствовать развитию личностных и нравственных качеств: аккуратность, терпение, самостоятельность, взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность, доведение работы до конца и др.;
- 3) развивать у обучающихся интерес к изучению историко-культурного наследия родного края с помощью выбора тем и направлений практических заданий.

Развивающие:

- 1) способствовать развитию интереса к технике, к информационным технологиям, моделированию, техническому творчеству;

- 2) развивать конструктивно-технические способности учащихся;
- 3) развивать мыслительные операции: анализ, синтез, обобщения, сравнения, конкретизация; алгоритмическое и логическое мышление, память, внимание, фантазию;
- 4) развивать коммуникативные умения и навыки, обеспечивающие совместную деятельность в группе, сотрудничество, общение;
- 5) развивать умение адекватно оценивать свои достижения и достижения других.

В процессе реализации программы решаются более узкие и конкретные цели и задачи, что отражено в программах каждого модуля.

Педагогические принципы, определяющие теоретические подходы к построению образовательного процесса

Реализация программы «Инженерная компьютерная графика» основывается на общедидактических принципах научности, последовательности, системности, связи теории с практикой, доступности обучения через соответствие содержания, характера, методов, форм и объёма учебного материала уровню подготовки учащихся, индивидуального подход к учащимся, наглядности.

В целях раскрытия педагогического и развивающего потенциала учебно-воспитательного процесса по программе акцент в ней делается на следующих принципах:

1. *Принцип продуктивности* состоит в обязательности получения продукта самостоятельной деятельности, что является одним из важных условий дополнительного образования. Продуктом деятельности в программе являются созданные детьми трехмерные объекты, а также созданные на их основе материальные объекты. Создание такого лично значимого продукта позволяет ребенку получить чувство удовлетворенности от результатов собственной деятельности и самоутвердиться в социальной среде.

2. *Принцип проектности* предполагает последовательную ориентацию всей деятельности педагога на подготовку и выведение ребенка в самостоятельное проектное действие, развертываемое в логике замысел – реализация – рефлексия. В ходе проектирования перед человеком всегда стоит задача представить себе еще не существующее, но то, что он хочет, чтобы появилось в результате его активности. Если ему уже задано то, к чему он должен прийти, то для него нет проектирования. В логике действия данного принципа в программе предусматриваются исследовательские, художественные, социальные и творческие, исследовательские проекты обучающихся.

3. *Принцип патриотической направленности* предусматривает обеспечение субъективной значимости для детей идентификации себя с Россией, российской культурой, природой родного края. Реализация этого принципа предполагает использование эмоционально окрашенных представлений: образы политических, этнокультурных, эстетических явлений и предметов; собственных действий по отношению к Отечеству, стимулирование переживаний, которые ориентируют ребенка на действия, приносящие благо Отечеству.

Основные характеристики образовательного процесса

Возраст детей, участвующих в реализации программы, 11-17.

Условия набора детей в объединение. Принцип набора в объединение свободный. Принимаются все желающие без конкурсного отбора. При приеме детей в группы не требуется специальной подготовки в области вычислительной техники, информационных технологий.

На второй год обучения принимаются учащиеся, успешно освоившие программу первого года на среднем и высоком уровне.

Характеристика учебных групп по возрастному принципу. Группы формируются с учетом возраста детей. В группы первого года обучения принимаются обучающиеся 10-12 лет, в группы второго года обучения – 13-17 лет.

Группы могут быть разновозрастными. Для обучающихся, разных по возрасту, предусматривается дифференцированный подход при назначении учебных заданий в процессе обучения.

Категория детей, для которых предназначена программа: любой ребенок, проявляющий интерес к данному виду деятельности, в том числе одаренные дети и дети, испытывающие затруднения в освоении общеобразовательных предметов научно-технической направленности.

Форма обучения очная.

Срок реализации программы – 2 года.

Количество обучающихся в группе - 8 – 15 человек.

Уровень освоения содержания программы - базовый, что предполагает освоение обучающимися специализированных знаний, обеспечение трансляции общей и целостной картины тематического содержания программы.

Вид программы по способам организации содержания модульная.

Взаимодействие данной программы с другими программами МБОУ ДО ГЦИР в рамках «IT-куб»: учащимся, испытывающим затруднения в освоении школьной программы в области точных наук, рекомендуется освоить содержание программы «IT-Куб. СТАРТ» перед обучением по программе «Инженерная компьютерная графика».

Внутри центра «IT-куб» организована собственная воспитательная система (конкурсные мероприятия, соревнования, открытые защиты проектов, воспитательные мероприятия и праздники). Поэтому объединение «Инженерная компьютерная графика» взаимодействует со всеми другими объединениями центра «IT-куб».

Обучающимся рекомендуется параллельно с изучением программы «Инженерная компьютерная графика» освоить дополнительный учебный модуль «4К: компетенции современного IT-специалиста», который реализуется в рамках Центра цифрового образования «IT-куб».

Возможность продолжения обучения по программам близкого вида деятельности.

Завершив обучение по программе «Инженерная компьютерная графика», выпускники могут продолжить свое обучение по программе «ИнженерыУм», которая в том числе включает в себя моделирование и 3d-печать, но знакомит с другим программным обеспечением («Компас»), а также включает программирование роботов.

Режим занятий:

- первый год обучения - один раз в неделю по 2 учебных часа.
- второй год - два раза в неделю, при этом одно занятие длится 1 учебный час, второе – 2 учебных часа. Недельная нагрузка на ребенка составляет 3 часа.
- В соответствии с СП 1.2.3685-21 длительность одного учебного часа для детей школьного возраста – 40 минут.

Продолжительность образовательного процесса: для групп первого года обучения 36 учебных недель (начало занятий 9 сентября, завершение 31 мая); для групп второго и третьего года обучения 38 учебных недель (начало занятий 1 сентября, завершение 31 мая). Календарный учебный график в Приложении 1.

Объем учебных часов всего по программе - 180, в том числе в первый год обучения 72 часа, во второй год обучения - 108 часов.

Отбор и структурирование содержания, направления и этапы образовательной программы, формы организации образовательного процесса

Программное содержание, методы, формы, средства обучения отбирались с учетом выше обозначенных принципов и основных направлений развития дополнительного образования, отраженных в Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р).

Содержание программы направлено на создание условий для вовлечения детей в создание искусственно-технических и виртуальных объектов, построенных по законам природы, в приобретение навыков в области обработки материалов, системной инженерии, 3D-прототипирования, цифровизации, автоматизации и робототехники, технологического предпринимательства, содействовать формированию у обучающихся современных знаний, умений и навыков в области технических наук, технологической грамотности и инженерного мышления.

Содержание программы структурировано следующим образом.

Программа реализуется в течение двух лет обучения.

1-й год обучения. Содержание первого года обучения представляют три модуля:

- 1) Модуль 1. «Введение в инженерную компьютерную графику» - обеспечивает знакомство с вводной информацией для освоения курса: основные требования к компьютерной системе, предназначенной для работы с графикой, представление в компьютере графической информации, понятие об инженерной графике и системах автоматизированного проектирования. Практические занятия включают в себя знакомство с ПО и двумерные построения.
- 2) Модуль 2. «Основы моделирования» - создание объемных объектов, построение чертежей, нанесение размеров, трехмерное моделирование деталей, изготовление на 3D-принтере. Практические задания включают в себя создание модели на заданную тему и подготовку ее к печати.
- 3) Модуль 3. «Работа над проектом первого года» - создание самостоятельно запланированных объектов. В цикл сквозного проектирования включается самостоятельная разработка идеи, создание эскиза и продумывание алгоритма действий по созданию модели.

2-й год обучения. Содержание второго года обучения представлено тремя модулями:

- 1) Модуль 1. «Углубленное моделирование» - углубленные знания по построению профилей и моделированию, включая импорт и экспорт изображений, использование пространственных полилиний и кривых, функциональных кривых.
- 2) Модуль 2. «Трехмерное моделирование и изготовление» - параметрические модели, построение трехмерных тел на основе других трехмерных тел, глубокие возможности дерева построения.
- 3) Модуль 3. «Работа над проектом второго года» - создание самостоятельно запланированных объектов, теперь на основе углубленных знаний.

Методы и формы организации образовательного процесса

Изучение содержания программы осуществляется в разнообразных **формах**:

- групповых: ознакомление с теоретическим материалом, обсуждение итогов, проектная работа, практические занятия, мини конструкторское бюро;
- индивидуальных: выполнение творческих заданий, подготовка к конкурсным мероприятиям.

Воспитательная деятельность в рамках программы

Воспитательная работа с обучающимися – неотъемлемая часть программы. Обучение и воспитание представляют собой единый процесс целенаправленного формирования личности ребёнка. Образование не может сводиться исключительно к передаче знаний, оно должно выполнять и такие функции, как формирование ряда новых личностных качеств, новых ценностных ориентаций, гибкого мышления, установок на диалог и сотрудничество.

Воспитательные задачи программы реализуются в процессе педагогического общения, в использовании активных методов обучения, побуждающих детей проявить себя в совместной деятельности, принять оценочное решение. Проектная деятельность, другие используемые технологии способствуют воспитанию ценностного отношения к информационным технологиям, развитию эстетического вкуса, бережного отношения к оборудованию и технике, поощряют аккуратность, терпение, самостоятельность,

взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность. Важное актуальное значение имеет и самостоятельная работа, вырабатывающая способность принимать решение и навыки самоконтроля. Выбор тематики заданий, приуроченных к значимым датам, помогает развивать у обучающихся интерес к изучению историко-культурного наследия родного края.

В течение всех двух лет обучения планируется участие детей в досуговых, социально-значимых и творческих мероприятиях центра «IT-куб».

Примерный план воспитательных, досуговых мероприятий в объединении

<i>№</i>	<i>Название мероприятия</i>	<i>Примерные сроки</i>	<i>Цели проведения мероприятия</i>
1.	День открытых дверей объединения	Сентябрь	Привлечение в объединение новых учащихся. Формирование мотивации к творческой деятельности
2.	Школьный тур Всероссийской интеллектуальной олимпиады «Наше наследие»	Сентябрь (5-11 кл.) Ноябрь (4 классы)	Интеллектуальное развитие обучающихся, приобщение к олимпиадному движению. Воспитание патриотизма
3.	Новогодний праздник в объединении	Декабрь, последняя неделя, каникулы	Организация досуга
4.	Творческие работы на тему 23 февраля, 9 мая	Февраль, Май	Воспитание патриотизма, чувства гордости за подвиг народа в Великой Отечественной войне
5.	Творческие работы на тему «День матери в России», 8 марта	Ноябрь, Март	Воспитание семейных ценностей
6.	Праздник окончания учебного года	Май	Подведение итогов года. Формирование сплоченного детского коллектива
7.	Участие в итоговом мероприятии МБОУ ДО ГЦИР Фестивале интеллекта и творчества «Мы в Центре»	май	Презентация достижений объединения. Формирование сплоченного детского коллектива

Взаимодействие педагога с родителями

Воспитательная деятельность по программе осуществляется во взаимодействии с семьей. Работа с родителями на протяжении учебного года включает в себя:

<i>№</i>	<i>Вид работы</i>	<i>Цели проведения данных видов работ</i>
1.	Индивидуальные и коллективные консультации для родителей	Совместное решение задач по воспитанию и развитию детей
2.	Родительские собрания в объединении	Решение организационных вопросов, планирование деятельности и подведение итогов деятельности объединения. Выработка единых требований к ребёнку семьи и объединения дополнительного образования
3.	Привлечение родителей к вступлению в группы в социальных сетях	Обеспечение информирования родителей об успехах учащихся, содействие их общению между собой
4.	Привлечение родителей к активному участию в жизни детского коллектива (помощь в приобретении расходных	Формирование сплочённого коллектива. Совместное решение задач по воспитанию, развитию детей и организации

	материалов)	образовательного процесса
5.	Анкетирование «Удовлетворённость результатами посещения ребёнком занятий объединения»	Изучение потребностей родителей, степени их удовлетворения результатами УВП

Планируемые результаты освоения программы

Требования к уровню подготовки выпускников направлены на овладение обучающимися знаниями, умениями, учебными действиями, востребованными в повседневной жизни, значимыми для социальной адаптации личности, её приобщения к национальным культурным ценностям и современным ИТ-технологиям.

1. Предметные результаты

Модульный принцип построения программы предполагает описание предметных результатов в каждом конкретном модуле.

2. Метапредметные результаты

По окончании обучения по программе обучающийся сможет:

- использовать приемы наблюдения, сравнения, описательной характеристики;
- совместно договариваться о правилах общения и поведения в группе и следовать им;
- выполнять различные роли в группе, сотрудничать в совместном решении задачи;
- уважительно относиться к позиции другого;
- работать с разными источниками информации;
- обнаруживать и формулировать учебную проблему совместно с педагогом;
- составлять план решения проблемы (задачи) совместно с педагогом;
- отбирать необходимые для решения учебной задачи источники информации среди предложенных педагогом словарей, энциклопедий, справочников;
- доводить до конца поставленную задачу, добиваясь получения результата, или формулировать обобщение неудачного опыта, если результата не удалось добиться.

3. Личностные результаты

По окончании обучения по программе обучающийся будет:

- демонстрировать интерес к занятиям и стремление к творческому самовыражению в выполнении задания;
- в предложенных ситуациях отмечать конкретные поступки, которые можно оценить как хорошие или плохие с позиции нравственных ценностей;
- определять с помощью педагога и высказывать самые простые, общие для всех людей правила поведения (основы общечеловеческих нравственных ценностей);
- проявлять отзывчивость, сопереживание в общении с одноклассниками и педагогами.

Педагогический мониторинг результатов образовательного процесса

Текущий контроль осуществляется в течение учебного года для оценки начального уровня знаний, умений и навыков учащихся и уровня освоения определенного этапа реализации общеобразовательной программы – модуля. Проводится на вводных занятиях, итоговых занятиях по модулям в следующих формах: первичная диагностика, промежуточная диагностика, наблюдение, опрос, защита творческих работ, участие в конкурсах, фестивалях, выставках. Промежуточная аттестация для оценки достигнутых прогнозируемых результатов освоения дополнительной общеобразовательной программы проводится один раз в год в мае на итоговом занятии в следующих формах: выставка, итоговая диагностика.

Показателями результативности программы являются:

- доведение до конца практических заданий в течение года с получением материального изделия;
- положительная динамика развития интереса к техническому творчеству, развития творческих способностей;
- эффективное участие в конкурсах, выставках и др.;

- удовлетворенность учащихся и родителей образовательными услугами.

В конце учебного года педагог обобщает результаты всех диагностических процедур и определяет уровень результатов образовательной деятельности каждого обучающегося – интегрированный показатель, в котором отображена концентрация достижений всех этапов и составляющих учебно-воспитательного процесса. Возможные уровни освоения ребенком образовательных результатов по программе - низкий (Н), средний (С), высокий (В).

Оценка уровня освоения программы осуществляется по следующим параметрам и критериям.

Высокий уровень освоения программы:

- По показателю теоретической подготовки: обучающийся освоил практически весь объём знаний 100-80%, предусмотренных программой за конкретный период; специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием;
- По показателю практической подготовки: обучающийся овладел на 100-80% предметными умениями, навыками и метапредметными учебными действиями, предусмотренными программой за конкретный период; работает с программным обеспечением самостоятельно, не испытывает особых трудностей; самостоятельно выполняет практические задания с элементами творчества;
- По показателю творческой активности: обучающийся проявляет ярко выраженный интерес к творческой деятельности, к достижению наилучшего результата, коммуникабелен, активен, склонен к самоанализу, генерирует идеи, самостоятельно выбрана тема проектной деятельности, является участником и призером конкурсных мероприятий городского и выше уровня.

Средний уровень освоения программы:

- По показателю теоретической подготовки: у обучающегося объём усвоенных знаний составляет 79-50%; сочетает специальную терминологию с бытовой;
- По показателю практической подготовки: у обучающегося объём усвоенных предметных умений, навыков и метапредметных учебных действий составляет 79-50%; работает с программным обеспечением с помощью педагога; в основном, выполняет задания на основе образца;
- По показателю творческой активности: обучающийся имеет устойчивый интерес к творческой деятельности, стремится к выполнению заданий педагога, к достижению результата в обучении, инициативен, является участником конкурсного мероприятия учрежденческого уровня.

Низкий уровень освоения программы:

- По показателю теоретической подготовки: обучающийся овладел менее чем 50% объёма знаний, предусмотренных программой; как правило, избегает употреблять специальные термины;
- По показателю практической подготовки: обучающийся овладел менее чем 50%, предусмотренных предметных умений, навыков и метапредметных учебных действий; испытывает серьёзные затруднения при работе с программным обеспечением; в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания с помощью педагога;
- По показателю творческой активности: обучающийся пассивен, безынициативен, со сниженной мотивацией, нет стремления к совершенствованию в выбранной сфере деятельности, не может работать самостоятельно, отказывается участвовать в конкурсных мероприятиях.

Подведение итогов реализации программы

В соответствии с календарным учебным графиком в конце учебного года проводится промежуточная и итоговая аттестация в форме презентации проектов Модуля 3 первого и второго года обучения соответственно.

Сведения о проведении и результатах промежуточной и итоговой аттестации обучающихся фиксируются педагогом в электронном журнале в АСУ РСО, где впоследствии формируется отчет об уровне освоения программы каждой группой.

Презентация достижений детей проводится в конце каждого учебного года на учрежденческом Фестивале интеллекта и творчества «Мы в Центре».

По окончании обучения по программе обучающиеся получают свидетельства об

освоении дополнительной образовательной программы «Инженерная компьютерная графика».

УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ

№	Год обучения и название модуля	Количество часов		
		теория	практика	Всего
	Первый год обучения	21	51	72
1	Модуль 1. «Введение в инженерную компьютерную графику»	8	14	22
2	Модуль 2. «Основы моделирования»	8	22	30
3	Модуль 3. «Работа над проектом первого года»	5	15	20
	Второй год обучения	32	76	108
1	Модуль 1. «Углубленное моделирование»	9	18	27
2	Модуль 2. «Трехмерное моделирование и изготовление»	13	26	39
3	Модуль 3. «Работа над проектом второго года»	10	32	42
	Итого часов по программе:	53	127	180

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Первый год обучения

МОДУЛЬ 1. «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ КОМПЬЮТЕРНУЮ ГРАФИКУ»

Знакомство с вводной информацией для освоения курса: основные требования к компьютерной системе, предназначенной для работы с графикой, представление в компьютере графической информации, понятие об инженерной графике и системах автоматизированного проектирования. Практические занятия включают в себя знакомство с ПО и двумерные построения.

Цель модуля – знакомство с вводной информацией для освоения курса, изучение интерфейса программного обеспечения, знакомство с геометрическими построениями.

Задачи модуля:

1. Познакомить с историей развития компьютерной техники;
2. дать понятие о форматах графических файлов и способах хранения изображений;
3. привить навыки сохранения важных этапов работы и итогового результата, сравнения вариантов;
4. дать понятия об инженерной графике и системах автоматизированного проектирования;
5. развивать мыслительные операции, мышление, память, внимание, фантазию;
6. способствовать развитию личностных и нравственных качеств: аккуратность, терпение, самостоятельность, взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность;
7. воспитывать ценностное отношение к информационным технологиям, эстетический вкус, бережное отношение к оборудованию и технике.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающиеся

будут знать:

- правила техники безопасности и поведения в компьютерном кабинете, при работе на 3D-принтере;
- назначение операционной системы в компьютере, основные термины операционной системы Windows;
- основы интерфейса CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- основные панели инструментов CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- основные горячие клавиши CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- способы создания двумерных объектов;
- основные операции с двумерными объектами.

будут уметь:

- выполнять правила техники безопасности;
- пользоваться горячими клавишами Windows;
- открывать и самостоятельно прочитывать инструкцию к практическому заданию;
- запускать CAD\CAM\CAPP систему ADEM, сохранять и открывать файлы внутреннего формата *.adm;
- сохранять файлы в отведенную директорию на сетевом диске;
- производить геометрические построения, строить и редактировать основные двумерные объекты, производить их преобразования;
- пользоваться вспомогательными линиями и точками разметки;

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
1.1	Вводное занятие	1	1	2
1.2	Основные требования к компьютерной системе, предназначенной для работы с графикой. Представление в компьютере	2	2	4

	графической информации.			
1.3	Понятие об инженерной графике и системах автоматизированного проектирования. Основы интерфейса CAD\CAM\CAPP системы ADEM	2	6	8
1.4	Геометрические построения в CAD\CAM\CAPP системе ADEM. Создание рисунков из произвольных кривых	3	5	8
	Итого часов по модулю:	8	14	22

Содержание учебного модуля

Тема 1. Вводное занятие.

Теория. Инструктаж о правилах поведения на занятиях и технике безопасности. Организация рабочего места. Назначение операционной системы в компьютере, основные термины операционной системы Windows.

Практика. Презентация модуля: цели и задачи, организация занятий и их специфика. Рассмотрение работ, выполненных учащимися прошлых лет. Создание личных директорий на сетевом диске.

Входная диагностика. Устный опрос, анкета.

Тема 2. Основные требования к компьютерной системе, предназначенной для работы с графикой. Представление в компьютере графической информации.

Теория: Компьютерная система, предназначенная для работы с графикой, требования к компьютерной системе. Назначение операционной системы в компьютере. Основные термины операционной системы Windows. Представление в компьютере графической информации. Форматы файлов. Растровая и векторная графика. Форматы хранения растровой информации без потерь качества и форматы сжатия.

Практика: Копирование файла-образца, выполнение упражнения на притягивание, упражнения на ввод координат.

Тема 3. Понятие об инженерной графике и системах автоматизированного проектирования. Основы интерфейса CAD\CAM\CAPP системы ADEM.

Теория: История возникновения и развития механизации и автоматизации, инженерной графики, форматы файлов. Основные панели инструментов CAD\CAM\CAPP системы ADEM. Системное меню, вкладки, окно проекта, контекстные меню, строка состояния. Горячие клавиши.

Практика: Создание простого геометрического рисунка в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Тема 4. Геометрические построения в CAD\CAM\CAPP системе ADEM. Создание рисунков из произвольных кривых.

Теория: Рабочая плоскость и системы координат. Управление курсором. Установка единиц измерения. Настройка параметров чертежа. Точные построения: привязки, установка шага, использование сетки. Построение сплайнов и ломаных. Наложение скругления на узел. Триммирование и продление. Редактирование точек сплайна и ломаной. Добавление и удаление точек.

Практика: Создание плоского изделия «Сувенирная продукция» на основе двумерного изображения. Сохранение изделия в формате экспорта для подготовки к 3d-печати педагогом.

Подведение итогов модуля. Выставка детских работ. Устный опрос.

МОДУЛЬ 2 «ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Создание объемных объектов, построение чертежей, нанесение размеров, трехмерное моделирование деталей, изготовление на 3D-принтере. Практические задания включают в себя создание модели на заданную тему и подготовку ее к печати.

Цель модуля – развитие творческих и аналитических способностей через овладение базовыми основами работы в системе автоматизированного проектирования, углубление знаний предметов основного образования (математики, геометрии, черчения) и межпредметных связей, приобретение практических навыков работы на 3D-принтере.

Задачи модуля:

1. способствовать развитию интереса к информационным технологиям, моделированию, техническому творчеству;
2. развивать конструктивно-технические способности учащихся;
3. способствовать приобретению навыков геометрического построения в программах CAD\CAM\CAPP;
4. развивать мыслительные операции: анализ, синтез, обобщения, сравнения, конкретизация; алгоритмическое и логическое мышление, память, внимание, фантазию;
5. развивать коммуникативные навыки, умение работать в команде;
6. способствовать развитию личностных и нравственных качеств: аккуратность, терпение, самостоятельность, взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность;
7. воспитывать ценностное отношение к информационным технологиям, эстетический вкус, бережное отношение к оборудованию и технике.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающийся

будет знать:

- основные панели инструментов CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- основные горячие клавиши CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- принцип работы программы-слайсера;
- способы создания трехмерных объектов;
- основные операции с трехмерными объектами.

будет уметь:

- создавать и редактировать основные двумерные объекты, производить их преобразования;
- строить трехмерные объекты;
- пользоваться программой-слайсером;
- моделировать процесс изготовления на 3D-принтере.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
2.1	Создание простейших объемных объектов	1	3	4
2.2	Углубления и отверстия	2	4	6
2.3	Тела вращения	1	3	4
2.4	Другие способы создания тел одного профиля	2	6	8
2.5	Построение чертежей и нанесение размеров	1	3	4
2.6	Работа со слайсером	1	3	4
Итого часов по модулю:		8	22	30

Содержание учебного модуля

Тема 1. Создание простейших объемных объектов.

Теория: Создание объемных тел с помощью команды «Смещение» на основе замкнутых контуров. Технология изготовления простых гравюр, основные приемы обработки.

Практика: Создание сборной модели изделия из плоских деталей.

Тема 2. Углубления и отверстия.

Теория: Понятие «3D-модель». Панели инструментов «3D Объекты 1», «3D Объекты 2» и «Редактирование 3D» CAD\CAM\CAPP системы ADEM (модуль CAD). Создание углублений и отверстий в объемных телах с помощью команд «Отверстие» и «Сквозное отверстие» на основе замкнутых контуров.

Практика: Построение 3D модели дома с окнами с помощью прямоугольных контуров и команд «Смещение», «Отверстие» и «Сквозное отверстие».

Тема 3. Тела вращения.

Теория: Понятие тела вращения. Создание объемных тел с помощью команды «Вращение» на основе профилей и оси вращения. Сфера как частный случай тела вращения.

Практика: Построение 3D модели предмета посуды.

Тема 4. Другие способы создания тел одного профиля.

Теория: Создание объемных тел с помощью команд «Проволока», «Труба», «Движение» и «Спираль». Выбор профилей и направляющих.

Практика: Построение 3D модели на свободную тему с использованием изученных команд. Поощряется выбор темы, связанный с ближайшей значимой датой.

Тема 5. Построение чертежей и нанесение размеров.

Теория: Подход «от модели к чертежу». Связь объемной модели с ее чертежом. Чертежные виды. Основы чтения чертежа. Чертежные обозначения. Размеры.

Практика: Построение чертежей деталей в CAD\CAM\CAPP системе ADEM. Получение чертежных видов с 3D модели.

Тема 6. Работа со слайсером.

Теория: Основные понятия 3D печати. Форматы файлов STL и OBJ. Программа-слайсер Cura, PrusaSlicer, XYZ suite. Настройки толщины слоев, скорости, температуры. Холодный и горячий стол. Материалы для 3D печати.

Практика: Построение трехмерных тел в CAD\CAM\CAPP системе ADEM. Самостоятельный расчет модели в слайсере для изготовления на 3D принтере.

Подведение итогов модуля. Выставка детских работ. Устный опрос.

МОДУЛЬ 3. «РАБОТА НАД ПРОЕКТОМ ПЕРВОГО ГОДА»

Создание самостоятельно запланированных объектов. В цикл сквозного проектирования включается самостоятельная разработка идеи, создание эскиза и продумывание алгоритма действий по созданию модели.

Цель модуля – формирование практических компетенций в области моделирования, конструирования и воплощения проекта в материальный объект.

Задачи модуля:

1. формировать представления о проектной деятельности;
2. развивать самостоятельность и чувство ответственности;
3. способствовать получению первичных навыков работы на оборудовании;
4. привить представление о современных методах прототипирования на примере принципа сквозного проектирования.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающиеся

будут знать:

- основы современных технологий 3D-печати;
- этапы реализации проекта;

будут уметь:

- самостоятельно выбирать тему проекта;
- оценивать объем работы с помощью педагога;
- выстраивать алгоритм моделирования объекта без инструкции;
- подготавливать 3D-модели для печати;
- запускать 3D- печать, корректно снимать готовую модель.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
3.1	Формирование проектных групп. Выбор темы проекта	2	1	3
3.2	Создание 3D моделей объектов для реализации проекта	1	5	6
3.3	Работа со слайсером и 3D-печать	1	5	6
3.4	Подготовка презентации готовых объектов. Представление результатов работы	1	3	4
3.5	Итоговое занятие		1	1
	Итого часов по модулю:	5	15	20

Содержание учебного модуля

Тема 1. Формирование проектных групп. Выбор темы проекта.

Теория: Подготовительный этап проекта. Создание проектных групп. Выработка и утверждение темы. Способы поиска информации. Распределение обязанностей в проектной группе. Работа проектной команды на этапах разработки и выполнения проекта.

Практика: Выбор темы проекта и ее конкретизация. Цели и задачи. Сбор и изучение информации на тему проекта. Составление плана реализации проекта.

Тема 2. Создание 3D моделей объектов для реализации проекта.

Теория: Повторение методов создания необходимых 3D объектов.

Практика: Создание 3D моделей проекта.

Тема 3. Работа со слайсером и 3D-печать.

Теория: Повторение основных понятий 3D печати. Выбор программы-слайсера. Настройки толщины слоев, скорости, температуры. Выбор материала для 3D печати.

Практика: Обработка моделей в выбранном слайсере. Печать моделей.

Тема 4. Подготовка презентации готовых объектов. Представление результатов работы.

Теория: Этапы оформления презентации проекта. Выбор программного обеспечения (Microsoft PowerPoint, Google Slides).

Практика: Работа над презентацией.

Тема 5. Итоговое занятие.

Теория: Обобщение учебного материала.

Практика. Просмотр и обсуждение лучших работ.

Подведение итогов модуля. Защита и обсуждение проектов.

Подведение итогов учебного года. Коллективное обсуждение итогов освоения первого года обучения по программе и индивидуальное осмысление своей деятельности. Промежуточная

аттестация обучающихся. Праздник окончания учебного года. Награждение активных учеников (с приглашением родителей, педагогов и учащихся).

Второй год обучения

МОДУЛЬ 1 «УГЛУБЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Углубленные знания по построению профилей и моделированию, включая импорт и экспорт изображений, использование пространственных полилиний и кривых, функциональных кривых.

Цель модуля – развитие творческих и аналитических способностей через развитие умений работы в системе автоматизированного проектирования, углубление знаний предметов основного образования (математики, геометрии, черчения) и межпредметных связей, улучшение практических навыков работы на 3D-принтере.

Задачи модуля:

1. способствовать развитию интереса к информационным технологиям, моделированию, техническому творчеству;
2. развивать конструктивно-технические способности учащихся;
3. способствовать приобретению навыков геометрического построения и моделирования в программах CAD\CAM\CAPP;
4. развивать мыслительные операции: анализ, синтез, обобщения, сравнения, конкретизация; алгоритмическое и логическое мышление, память, внимание, фантазию;
5. развивать коммуникативные навыки, умение работать в команде;
6. способствовать развитию личностных и нравственных качеств: аккуратность, терпение, самостоятельность, взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность;
7. воспитывать ценностное отношение к информационным технологиям, эстетический вкус, бережное отношение к оборудованию и технике.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающийся

будет знать:

- основные и дополнительные вкладки и панели инструментов CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- основные и дополнительные горячие клавиши CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- принцип работы программы-слайсера;
- способы создания трехмерных объектов;
- полный перечень операций с трехмерными объектами в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

будет уметь:

- сохранять файлы в предназначенных для этого местах, организовывать их в папки;
- создавать и редактировать двумерные объекты, производить их преобразования;
- строить и редактировать трехмерные объекты, производить их преобразования;
- пользоваться расширенными настройками программы-слайсера;
- моделировать процесс изготовления на 3D-принтере.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
1.1	Вводное занятие	1	2	3
1.2	Импорт и экспорт изображений в CAD\CAM\CAPP системе ADEM	2	4	6
1.3	Геометрические построения	2	4	6
1.4	Пространственные полилинии и кривые	2	4	6
1.5	Функциональные кривые	2	4	6
	Итого часов по модулю:	9	18	27

Содержание учебного модуля

Тема 1. Вводное занятие.

Теория: Презентация программы второго года обучения. Правила безопасности дорожного движения, техника безопасности при работе на компьютере, на 3D принтере. Правила поведения в кабинете. Обзор специальной литературы. Демонстрация изделий.

Практика: Игровой практикум на сплоченность группы и развитие коммуникативных навыков. Организация рабочего места. Отработка правильной посадки, правильного положения рук и туловища во время работы. Первичная диагностика интересов, творческих способностей, знаний, умений и навыков.

Тема 2. Импорт и экспорт изображений в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Теория: Поддерживаемые форматы файлов для импорта и экспорта и их расширения. Ограничения и потеря точности при преобразовании. Растровая модель.

Практика: Импорт и векторизация изображения в CAD\CAM\CAPP системе ADEM. Экспорт чертежа в виде изображения.

Тема 3. Геометрические построения.

Теория: Инструменты для построения 2D. Преобразования (масштабирование, копия, поворот, зеркальное отражение). Редактирование 2D (перемещение, добавление, удаление узлов, продление линий, триммирование). Точные построения: привязки, установка шага, использование сетки.

Практика: Геометрические построения в CAD\CAM\CAPP системе ADEM в соответствии с заданием.

Тема 4. Пространственные полилинии и кривые.

Теория: Абсолютная рабочая плоскость XY, XZ, YZ. Перенос рабочей плоскости. Привязки в изометрическом виде. Способы построения пространственных полилиний и кривых.

Практика: Построение эскиза или профиля с помощью пространственных кривых в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Тема 5. Функциональные кривые.

Теория: Способы построения функциональных кривых в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Практика: Построение функциональных кривых в CAD\CAM\CAPP системе ADEM согласно заданию.

Подведение итогов модуля. Демонстрация умения построения профилей и моделирования.

МОДУЛЬ 2 «ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ»

Параметрические модели, построение трехмерных тел на основе других трехмерных тел, глубокие возможности дерева построения.

Цель модуля – Развитие творческих и аналитических способностей, реализация творческого потенциала учащихся через овладение базовыми основами работы в системе автоматизированного проектирования, проектную деятельность и участие в конкурсах и фестивалях.

Задачи модуля:

1. способствовать развитию интереса к моделированию, проектированию, техническому творчеству;
2. развивать конструктивно-технические способности учащихся;

3. способствовать приобретению навыков построения процесса 3d-печати в программах-слайсерах;
4. способствовать приобретению навыков работы с 3D-принтером;
5. развивать мышление, память, внимание, фантазию;
6. развивать коммуникативные навыки, умение работать в команде;
7. способствовать развитию личностных и нравственных качеств: аккуратность, терпение, самостоятельность, взаимоуважение друг к другу, дисциплинированность;
8. воспитывать эстетический вкус, бережное отношение к оборудованию и технике.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающийся

будет знать:

- основные и дополнительные вкладки и панели инструментов CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- основные и дополнительные горячие клавиши CAD\CAM\CAPP системы ADEM;
- принцип работы программы-слайсера;
- способы создания трехмерных объектов;
- полный перечень операций с трехмерными объектами в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

будет уметь:

- работать с компьютерной литературой;
- создавать и редактировать двумерные объекты, производить их преобразования;
- строить и редактировать трехмерные объекты, производить их преобразования;
- пользоваться расширенными настройками программы-слайсера;
- получать и сохранять gcode, проверять заголовки, переносить его на внешнюю память 3d-принтера;
- моделировать процесс изготовления на 3D-принтере.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
2.1	Построение чертежей и нанесение размеров	2	4	6
2.2	Параметрические модели	5	10	15
2.3	Трехмерное моделирование деталей	2	4	6
2.4	Построение трехмерных тел на основе других трехмерных тел	4	8	12
Итого часов по модулю:		13	26	39

Содержание учебного модуля

Тема 1. Построение чертежей и нанесение размеров.

Теория: Чертеж. Инструментарий для черчения. Теоретические основы построения чертежей деталей. Теоретические основы построения чертежей деталей и нанесения размеров. Связь объемной модели детали с ее чертежом. Чертежные виды. Основы чтения чертежа. Чертежные обозначения.

Практика: Построение чертежей деталей в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Тема 2. Параметрические модели.

Теория: Понятие параметрической модели. Способы создания параметрической модели в CAD\CAM\CAPP системе ADEM.

Практика: Создание параметрической модели в CAD\CAM\CAPP системе ADEM на основе ранее выполненной 3D-модели.

Тема 3. Трехмерное моделирование деталей.

Теория: Создание объемных тел с помощью команды «Смещение» на основе замкнутых контуров. Создание объемных тел с помощью команды «Вращение» на основе профиля и оси вращения. Создание объемных тел с помощью команд «Проволока», «Труба», «Движение» и «Спираль» на основе профиля и направляющей. Создание объемных тел на основе нескольких профилей с помощью команды «Сечения».

Практика: Построение 3D модели на свободную тему с использованием изученных команд.

Тема 4. Построение трехмерных тел на основе других трехмерных тел.

Теория: Способы построения трехмерных тел на основе других трехмерных тел CAD\CAM\CAPP системе ADEM: «Извлечение тела», «Добавить материал», «Создание тела на основе проекций», «Сечения со слиянием», «Оболочка», «Эквидистанта к телу». Построение резьбы. Работа с прессформами.

Практика: Построение 3D модели на свободную тему с использованием изученных команд.

Подведение итогов модуля. Демонстрация умения построения трехмерных моделей.

МОДУЛЬ 3. «РАБОТА НАД ПРОЕКТОМ ВТОРОГО ГОДА»

Создание самостоятельно запланированных объектов, теперь на основе углубленных знаний.

Цель модуля – формирование практических компетенций в области моделирования, конструирования и воплощения проекта в материальный объект.

Задачи модуля:

1. формировать представления о проектной деятельности;
2. развивать самостоятельность и чувство ответственности;
3. способствовать получению первичных навыков работы на оборудовании;
4. привить представление о современных методах прототипирования на примере принципа сквозного проектирования.

Ожидаемые предметные результаты освоения модуля

По окончании модуля обучающиеся

будут знать:

- основы современных технологий 3D-печати;
- этапы реализации проекта;
- принципы версионного контроля;

будут уметь:

- самостоятельно выбирать тему проекта;
- оценивать объем работы с помощью педагога;
- выстраивать алгоритм моделирования объекта без инструкции;
- осуществлять ручной контроль версий модели объекта;
- подготавливать 3D-модели для печати;
- запускать 3D-печать, корректно снимать готовую модель.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование тем	Количество часов		
		теория	практика	всего
3.1	Формирование проектных групп. Выбор темы проекта	2	1	3
3.2	Создание 3D моделей объектов для реализации проекта второго года. Контроль версий	1	5	6
3.3	Работа со слайсером. Пробная и итоговая 3D-печать	1	5	6
3.4	Подготовка презентации готовых	1	3	4

	объектов. Представление результатов работы			
3.5	Итоговое занятие		1	1
	Итого часов по модулю:	5	15	20

Содержание учебного модуля

Тема 1. **Формирование проектных групп. Выбор темы проекта.**

Теория: Подготовительный этап проекта. Создание проектных групп. Выработка и утверждение темы. Способы поиска информации. Распределение обязанностей в проектной группе. Работа проектной команды на этапах разработки и выполнения проекта.

Практика: Выбор темы проекта и ее конкретизация. Цели и задачи. Сбор и изучение информации на тему проекта. Составление плана реализации проекта.

Тема 2. **Создание 3D моделей объектов для реализации проекта.**

Теория: Повторение методов создания необходимых 3D объектов. Понятие контроля версий. Ручной контроль версий. Обзор способов автоматического версионного контроля.

Практика: Создание 3D моделей проекта. Реализация ручного контроля версий модели.

Тема 3. **Работа со слайсером. Пробная и итоговая 3D-печать.**

Теория: Повторение основных понятий 3D печати. Выбор программы-слайсера. Настройки толщины слоев, скорости, температуры. Поддержка. Типы поддержки, ее плотность. Угол свеса. Выбор материала для 3D печати.

Практика: Обработка моделей в выбранном слайсере. Пробная печать уменьшенной версии моделей. Оценка качества печати. Итоговая печать моделей.

Тема 4. **Подготовка презентации готовых объектов. Представление результатов работы.**

Теория: Этапы оформления презентации проекта (повторение). Выбор программного обеспечения (Microsoft PowerPoint, Google Slides). Сравнение с выбором прошлого года. Преимущества и недостатки.

Практика: Работа над презентацией. Использование опыта прошлого года.

Тема 5. **Итоговое занятие.**

Теория: Обобщение учебного материала.

Практика. Просмотр и обсуждение лучших папок с работами обучающихся.

Подведение итогов модуля и итогов учебного года. Защита и обсуждение проектов.

Подготовка к участию в итоговом мероприятии МБОУ ДО ГЦИР Фестивале интеллекта и творчества «Мы в Центре». Коллективное обсуждение итогов освоения программы и индивидуальное осмысление своей деятельности. Итоговая выставка объединения. Праздник окончания учебного года. Награждение активных учеников (с приглашением родителей, педагогов и учащихся).

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Кадровое обеспечение

Реализовывать программу может педагог, имеющий среднее специальное или высшее техническое образование, обладающий достаточными знаниями и опытом практической работы со школьниками и получивший дополнительное образование (курсы повышения квалификации) в области моделирования в системах САД.

Методическое обеспечение

1. Педагогические технологии, методы, приемы и формы организации образовательного процесса

При реализации программы используются следующие педагогические технологии:

№	<i>Педагогические технологии</i>	<i>Применение в программе</i>
1-	Метод проектов	Каждой год обучения выполняется два-три среднесрочных проекта и три-четыре краткосрочных в рамках соответствующего модуля
2-	Портфолио	В течение года каждый обучающийся готовит портфолио - сборник работ и результатов, которые демонстрирует его усилия, прогресс и достижения. Презентация портфолио проводится в конце учебного года на итоговых занятиях
3-	Технология обучения в сотрудничестве (обучение в малых группах)	Обучение в малых группах. Доклад малых групп. Выполнение коллективной работы в рамках проекта.
4-	Информационные технологии. Использование программных средств и компьютеров для работы с информацией	Работа по программе полностью осуществляется на основе информационных технологий.

2. Учебно-методический комплекс программы

Для реализации программы «Инженерная компьютерная графика» сформирован учебно-методический комплекс, который постоянно пополняется. Учебно-методический комплекс имеет следующие разделы и включает следующие материалы:

1) Методические материалы для педагога:

1. Методическое пособие «Сборник лабораторных работ по программе “Инженерная компьютерная графика”». Разработчик Дарьина А.О., педагог дополнительного образования МБОУ ДО ГЦИР. Тольятти, 2024.
2. Комплексы оздоровительно-профилактических упражнений, предотвращающих и снижающих утомление обучающихся (для среднего школьного возраста).
3. Инструкции по охране труда и технике безопасности.
4. Положение о проведении итогового мероприятия МБОУ ДО ГЦИР Фестиваля интеллекта творчества «Мы в Центре».
5. Положения, приказы, информационные письма о проведении мероприятий различного уровня по профилю объединения.

2) Диагностический инструментарий:

- 1) Методика исследования мотивов посещения занятий в коллективе. Автор Л.В.Байбородова.
- 2) Анкета для родителей «Удовлетворенность результатами посещения ребенком занятий объединения».

Информационное обеспечение

1. Литература для обучающихся:

1. Боровков, А.И.. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие [Текст]/ А.И. Боровков и др.. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 93с.
2. Вишневская, Л.А. Компьютерная графика для школьников [Текст]/ Л.А. Вишневская. - Минск: Новое знание, 2007. - 141с.
3. Иващенко, В.И. Компьютерное моделирование и автоматизированное изготовление изделий: практикум по САД/САМ-технологиям: учебное пособие для учащихся старших классов общеобразовательных школ и учреждений среднего профессионального образования [Текст]/ Иващенко В. И., Бейлин А. Б., Фрадков А. И. - М.: Вентана-Граф, 2006. - 176с.
4. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие [Текст]/ В. П. Большаков, В. Т. Тозик, А. В. Чагина. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 288с.
5. Колесниченко, Н.М. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие [Текст]/ Н.М. Колесниченко, Н.Н. Черняева - М.: Инфра-Инженерия, 2018. - 238с.
6. Пантюхин, П.Я. Компьютерная графика. В 2-х т.Т. 1. Компьютерная графика: Учебное пособие [Текст]/ П.Я. Пантюхин. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 88с.
7. Скрылина, С.Н. Путешествие в страну компьютерной графики [Текст]/ С.Н. Скрылина. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014. - 128с.

2. Литература для педагога:

Общепедагогическая, психологическая и методическая литература

1. Гин, А.А. Приёмы педагогической техники. Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителей / А.А. Гин. – М. : Вита-Пресс, 2022. – 112 с. – (Школа креативного мышления).
2. Пинская, М.А. Оценивание для обучения: Практическое руководство / М.А. Пинская – М. : Чистые пруды, 2009. – 32с. – (Библиотечка «Первого сентября». Серия «Управление школой». Вып 28).
3. Григорьев, Д.В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя / Д.В. Григорьев, П.В. Степанов. – М. : Просвещение, 2011. – 223 с. – (Стандарты второго поколения).
4. Золотарева, А.В. Методика преподавания по программам дополнительного образования детей. Учебник и практикум / А.В. Золотарева, Г.М. Криницкая, А.Л. Пикина – М. :Юрайт, 2016. – 400с. – (Профессиональное образование).
5. Конасова, Н.Ю. Оценка результатов дополнительного образования детей. ФГОС. / Н.Ю. Конасова. - Волгоград: Учитель, 2016. – 121с. – (Образовательный мониторинг).
6. Леонтович, А.В. Исследовательская и проектная работа школьников. 5-11 класс / А.В.Леонтович, А.С. Саввичев – М.: ВАКО, 2018. – 160 с. – (Современная школа).

Специальная литература по истории и теории

вида деятельности по программе

1. АДЕМ САД/САМ/ТДМ. Черчение, моделирование, механообработка [Текст]/ Быков А.В., Силин В. В., Семенников В.В., Феоктистов В.Ю. - СПб.: БХВ - Петербург, 2003. - 320с.
2. Залогова, Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: учебное пособие [Текст]/ Л.А. Залогова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - 212с.
3. Залогова, Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: Практикум [Текст]/ Л.А. Залогова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - 245с.
4. Иващенко, В.И. Компьютерное моделирование и автоматизированное изготовление изделий. Методика преподавания САД/САМ технологий: учебное пособие для

учителей технологии старших классов школы и учреждений начального и среднего профессионального образования [Текст]/ В.И. Иващенко, А.Б. Бейлин, А.И. Фрадков. - Самара: СНЦ РАН, 2005. - 156с.

5. Павлова, А.А. Методика обучения черчению и графике [Текст]/ А.А. Павлова. - М.: Владос, 2004. -96с.
6. Павлова, А.А. Основы черчения [Текст]/ А.А. Павлова. - М.: Академия, 2014. - 272с.

Словари, справочники, энциклопедии:

1. Литературная энциклопедия терминов и понятий. / Гл. ред. и сост. А.Н. Николюкин. — М. : НПК «Интелвак», 2003. – 1600 с.

3. Используемые интернет-ресурсы:

1. Руководство - Модуль CAD [Электронный ресурс]/ Электронные данные. - Режим доступа: <https://adem.ru/support/downloads/#0> , свободный.
2. Руководство - Модуль САМ [Электронный ресурс]/ - Электронные данные. - Режим доступа: <https://adem.ru/support/downloads/#0> , свободный.

Материально-техническое обеспечение программы

1) Учебный кабинет, удовлетворяющий санитарно – гигиеническим требованиям, для занятий группы 12 – 15 человек (парты, стулья, доска, шкаф для УМК, рабочие столы для практической работы, шкафы для хранения материалов, инструментов, инвентаря и оборудования). Комната для занятий должна быть хорошо освещена (естественным и электрическим светом).

2) Оборудование, необходимое для реализации программы:

- 2.1. Интегрированная CAD\CAM\CAPP система ADEM
- 2.1.1 версии 9.1beta (студенческая) с цифровым ключом защиты на 1 рабочее место; либо
- 2.1.2 версии 9.1 (полнофункциональная) с ключом защиты HASP на необходимое количество рабочих мест;
- 2.2. Компьютер с выделенным каналом выхода в Интернет;
- 2.3. Персональные компьютеры или ноутбуки по количеству учащихся;
- 2.4. Мультимедийная проекционная установка или интерактивная доска;
- 2.5. МФУ (принтер черно-белый, цветной; сканер, ксерокс);
- 2.6. 3D-принтер;

3) Подсобные материалы и инструменты: пластиковый пруток для 3D печати; клейкая бумажная лента; салфетки или гигроскопичные бумажные полотенца; кусачки; канцелярский нож.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ,

использованной при составлении программы

1. Абассов, И. Основы трехмерного моделирования [Текст]/ И. Абассов. - СПб.: ДМК-Пресс, 2017. - 186с.
2. Акопов, А.С. Компьютерное моделирование [Текст]/ А.С. Акопов. - М.: Юрайт, 2019. - 389с.
3. Большаков, В.П. Инженерная и компьютерная графика [Текст] / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 382с.
4. Буйлова, Л.Н. Современные тенденции обновления содержания дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ. [Электронный ресурс] / Научная электронная библиотека КиберЛенинка. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-obnovleniya-soderzhaniya-dopolnitelnyh-obscheobrazovatelnyh-obscherazvivayuschih-programm/viewer>
5. Закон Российской Федерации «Об образовании» № 273-ФЗ от 26.12.2012 г. [Электронный ресурс] / Закон об образовании РФ. – Режим доступа : <http://zakon-ob-obrazovanii.ru/>
6. Колошкина, И.Е. Инженерная графика. САД: уч. и практикум для среднего профессионального образования [Текст]/ И.Е. Колошкина. - М.: Юрайт, 2020. – 220с.
7. Концепция развития дополнительного образования детей. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р. [Электронный ресурс] / Интернет-портал «Правительство Российской Федерации» – Режим доступа : <http://static.government.ru/media/files/3fIggkIAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>
8. Методические рекомендации по подготовке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ к прохождению процедуры экспертизы (добровольной сертификации) для последующего включения в реестр образовательных программ, включенных в систему ПФДО. [Электронный ресурс] / Региональный модельный центр дополнительного образования детей в Самарской области - Режим доступа: <http://rmc.pioner-samara.ru/index.php/metodicheskie-materialy>
9. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы). Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ № 09-3242 от 18.11.2015 г. [Электронный ресурс] / Самарский дворец детского и юношеского творчества. – Режим доступа: <http://rmc.pioner-samara.ru/index.php/metodicheskie-materialy>
10. Методические рекомендации по проектированию разноуровневых дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ. /РМЦ ГБОУ ДО СО СДДЮТ – Самара, 2021 [Электронный ресурс] / Региональный модельный центр дополнительного образования детей в Самарской области - Режим доступа: <http://rmc.pioner-samara.ru/index.php/metodicheskie-materialy>
11. Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ. Письмо Министерства образования и науки Самарской области № МО-1141-ТУ от 12.09.2022 года. [Электронный ресурс] / Региональный модельный центр дополнительного образования детей в Самарской области. Методические материалы. Проектирование дополнительных общеобразовательных программ. – Режим доступа: <http://rmc.pioner-samara.ru/index.php/metodicheskie-materialy>
12. Методические рекомендации по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных

- технологий. Письмо Министерства просвещения РФ № ГД-39/04 от 19.03.2020 года. [Электронный ресурс] / Министерство просвещения Российской Федерации. Банк документов - Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/26aa857e0152bd199507ffaa15f77c58/>
13. Положение о порядке разработки, экспертизы и утверждения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы МБОУ ДО ГЦИР (утверждено приказом директора МБОУ ДО ГЦИР № 62 от 24.08.2020 г.) [Электронный ресурс] / Гуманитарный центр интеллектуального развития. Документы. – Режим доступа: <https://clck.ru/VXrd4>
 14. Положение о проведении педагогического мониторинга, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся (утверждено приказом директора МБОУ ДО ГЦИР № 88 от 07.12.2020 г.). [Электронный ресурс] / Гуманитарный центр интеллектуального развития. Документы. – Режим доступа: <https://clck.ru/VXrRg>
 15. Положение об организации образовательного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий (утверждено приказом директора МБОУ ДО ГЦИР № 78 от 28.08.2019 г.). [Электронный ресурс] / Гуманитарный центр интеллектуального развития. Документы. – Режим доступа: http://cir.tgl.ru/sp/pic/File/nast/Polozhenie_o_distante_2020_na_sayt.pdf
 16. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи"[Электронный ресурс] / Интернет-портал «Российская газета» - Режим доступа: <https://rg.ru/2020/12/22/rospotrebnadzor-post28-site-dok.html>
 17. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал «Гарант.РУ» - Режим доступа: https://base.garant.ru/400274954/#block_1000
 18. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ». [Электронный ресурс] / Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/6/3207>.
 19. Приказ Министерства образования и науки РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам». [Электронный ресурс] / Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209270013>
 20. Приказ Министерства просвещения РФ от 2 декабря 2019 г. № 649 «Об утверждении Целевой модели цифровой образовательной среды». [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал «Гарант.РУ» - Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73235976/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Календарный учебный график программы

Календарный учебный график программы составлен в соответствии с локальным актом «Календарный учебный график МБОУ ДО ГЦИР городского округа на 2024-2025уч.г.», принятым решением педагогического совета от 29 мая 2024 г., протокол № 3.

<i>Месяц</i>	<i>Количество учебных недель, содержание деятельности по каждому году обучения, внеаудиторные формы организации образовательного процесса</i>	<i>Промежуточная и итоговая аттестация</i>
Сентябрь	Занятия по расписанию: 4 учебные недели для групп второго года и третьего года обучения. Начало занятий 1 сентября. 3 учебные недели для групп первого года обучения. Начало занятий 09 сентября	Входная диагностика знаний и практических навыков
Октябрь	Занятия по расписанию 5 учебных недель.	
Ноябрь	Занятия по расписанию 4 учебные недели. Период школьных каникул с 27 октября по 4 ноября. Участие в городском конкурсе исследовательских работ «Старт». Дополнительный день отдыха (государственный праздник) - 4 ноября	
Декабрь	Занятия по расписанию 4 учебные недели. В период школьных каникул с 30 декабря по 07 января: Новогодний праздник в объединении	
Январь	Занятия по расписанию 4 учебные недели. Дополнительные дни отдыха, связанные с государственными праздниками (выходные дни): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 января	
Февраль	Занятия по расписанию 4 учебные недели. Участие в городской научно-практической конференции школьников «Первые шаги в науку». Дополнительный день отдыха (государственный праздник) – 23 февраля	
Март	Занятия по расписанию 4 учебные недели. Период школьных каникул с 22-30 марта. Дополнительный день отдыха (государственный праздник) – 8 марта	
Апрель	Занятия по расписанию 4 учебные недели.	
Май	Занятия по расписанию 5 учебных недель. Участие в учрежденческом итоговом Фестивале интеллекта и творчества «Мы в Центре». Завершение учебных занятий обучения 31 мая. Дополнительные дни отдыха, связанные с государственными праздниками – 1 мая, 9 мая	Промежуточная аттестация для групп первого года обучения. Итоговая аттестация для групп второго года обучения
Июнь	Самостоятельные занятия учащихся	
Июль	Самостоятельные занятия учащихся	
Август	Формирование учебных групп до 10 сентября.	

	Предварительное тестирование для вновь поступающих на обучение	
Итого учебных недель по программе:	36 учебных недель для групп первого года обучения. 38 учебных недель для групп второго и последующих лет обучения	

Оценочные материалы
Промежуточная аттестация

Форма аттестации: защита проекта, разработанного учащимся в рамках Модуля 3 «Работа над проектом первого года».

Оценочный лист работы

Автор:		
Название проекта:		
Критерий	Баллы	Оценка
1. Завершенность модели	2 - завершена и детализирована, 1 - визуально завершена, 0 - очевидно не завершена	
2. Готовность презентации проекта	2 - готова полностью, 1 - готова частично, 0 - отсутствует	
3. Изложение материала при презентации проекта	2 - четкое и понятное изложение, 1 - изложение удовлетворительно, 0 - несвязное изложение	
4. Ответ на вопросы по проекту	2 - ответил на все вопросы, 1 - ответил на половину или больше вопросов, 0 - затрудняется ответить на большую часть вопросов	
Итого баллов:		

Максимальное количество баллов за работу – 8.

Уровни освоения программы:

- высокий – 7-8 баллов
- средний уровень - 4-6 баллов
- низкий уровень 1-3 балла
- 0 баллов – не освоил программу.

Итоговая аттестация

Форма аттестации: защита проекта, разработанного учащимся в рамках Модуля 3 «Работа над проектом второго года».

Оценочный лист работы

Автор:		
Название проекта:		
Критерий	Баллы	Оценка
1. Завершенность модели	2 - завершена и детализирована, 1 - визуально завершена, 0 - очевидно не завершена	
2. Модель является сборной	1 - да, 0 - нет	
3. Модель имеет движущиеся части	1 - да, 0 - нет	
4. Модель более сложная по сравнению с проектом прошлого года	2 - значительно сложнее, 1 - усложнение минимально, 0 - тот же уровень сложности	
5. Готовность презентации проекта	2 - готова полностью, 1 - готова частично, 0 - отсутствует	
6. Изложение материала при презентации проекта	2 - четкое и понятное изложение, 1 - изложение удовлетворительно, 0 - несвязное изложение	
7. Ответ на вопросы по проекту	2 - ответил на все вопросы, 1 - ответил на половину или больше вопросов, 0 - затрудняется ответить на большую часть вопросов	
Итого баллов:		

Максимальное количество баллов за работу – 12.

Уровни освоения программы:

- высокий – 9-12 баллов
- средний уровень - 5-8 баллов
- низкий уровень 1-4 балла
- 0 баллов – не освоил программу.

Методические материалы

Методическое пособие «Сборник лабораторных работ по программе «Инженерная компьютерная графика»». Разработчик Дарьина А.О., педагог дополнительного образования МБОУ ДО ГЦИР. Тольятти, 2024.

Аннотация

В сборник включены 11 лабораторных работ различного уровня сложности по ключевым темам программы «Инженерная компьютерная графика» в электронном виде для демонстрации на интерактивной доске или с помощью проекционного оборудования, а также на индивидуальных компьютерах обучающихся в режиме нескольких окон.

Лабораторные работы для первого года обучения содержат подробные пошаговые инструкции с минимальной вариацией для достижения гарантированного успешного результата.

Лабораторные работы для второго года обучения содержат более обще описанные этапы создания модели и допускают больше индивидуального самовыражения учащегося.