

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство образования Тульской области

МО Воловский район

МКОУ "Станционная СОШ"

Согласовано:
Руководитель Центра образования
цифрового и гуманитарного профилей
«Точка Роста»

Карпенко И.В.

Утверждаю
Директор МКОУ «Станционная
СОШ» *Грошенко А.В.*
Приказ № 69 от 29.08.2023 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая рабочая
программа

«Промышленный дизайн + VR/AR»

(Направленность: техническая)

Автор-составитель: Капралова
Ольга Алексеевна, педагог
дополнительного образования

п. Казачка, 2023

Содержание

- I. Пояснительная записка
- II. Учебно-тематический план
- III. Содержание учебно-тематического плана
- IV. Материально-технические условия реализации программы
- V. Список литературы

I. Пояснительная записка

Актуальность: дизайн является одной из основных сфер творческой деятельности человека, направленной на проектирование материальной среды. В современном мире дизайн охватывает практически все сферы жизни. В связи с этим всё больше возрастает потребность в высококвалифицированных трудовых ресурсах в области промышленного (индустриального) дизайна.

Программа учебного курса «Промышленный дизайн» направлена на междисциплинарную проектно-художественную деятельность с интегрированием естественнонаучных, технических, гуманитарных знаний, а также на развитие инженерного и художественного мышления обучающегося.

Учебный курс «Промышленный дизайн» фокусируется на приобретении обучающимися практических навыков в области определения потребительской ниши товаров, прогнозирования запросов потребителей, создания инновационной продукции, проектирования технологичного изделия.

В программу учебного курса заложена работа над проектами, где обучающиеся смогут попробовать себя в роли концептуалиста, стилиста, конструктора, дизайн-менеджера. В процессе разработки проекта обучающиеся коллективно обсуждают идеи решения поставленной задачи, далее осуществляют концептуальную проработку, эскизирование, макетирование, трёхмерное моделирование, визуализацию, конструирование, прототипирование, испытание полученной модели, оценку работоспособности созданной модели. В процессе обучения производится акцент на составление технических текстов, а также на навыки устной и письменной коммуникации и командной работы.

Виртуальная и дополненная реальности — особые технологические направления, тесно связанные с другими. Эти технологии включены в список ключевых и оказывают существенное влияние на развитие рынков. Практически для каждой перспективной позиции будущего крайне полезны будут знания из области 3D-моделирования, основ программирования, компьютерного зрения и т. п.

Согласно многочисленным исследованиям, VR/AR-рынок развивается по экспоненте — соответственно, ему необходимы компетентные специалисты.

В ходе практических занятий по программе вводного модуля обучающиеся познакомятся с виртуальной, дополненной и смешанной реальностями, поймут их особенности и возможности, выявят возможные способы применения, а также определят наиболее интересные направления для дальнейшего углубления, параллельно развивая навыки дизайн-мышления, дизайн-анализа и способность создавать новое и востребованное.

Синергия методов и технологий, используемых в направлении «Разработка приложений виртуальной и дополненной реальности», даст обучающемуся уникальные метапредметные компетенции, которые будут полезны в сфере проектирования, моделирования объектов и процессов, разработки приложений и др.

Программа даёт необходимые компетенции для дальнейшего углублённого освоения дизайнерских навыков и методик проектирования. Основными направлениями в изучении технологий виртуальной и дополненной реальности, с которыми познакомятся обучающиеся в рамках модуля, станут начальные знания о разработке приложений для различных устройств, основы компьютерного зрения, базовые понятия 3D-моделирования.

Через знакомство с технологиями создания собственных устройств и разработки приложений будут развиваться исследовательские, инженерные и проектные компетенции.

Освоение этих технологий подразумевает получение ряда базовых компетенций, владение которыми критически необходимо любому специалисту на конкурентном рынке труда в STEAM-профессиях.

Цель программы: формирование уникальных Hard- и Soft-компетенций по работе с VR/AR-технологиями через использование кейс-технологий.

Задачи программы:

Обучающие:

- сформировать базовые навыки ручного макетирования и прототипирования;
- сформировать базовые навыки работы в программах трёхмерного моделирования;
- сформировать базовые навыки создания презентаций
- объяснить базовые понятия сферы разработки приложений виртуальной и дополненной реальности: ключевые особенности технологий и их различия между

собой, панорамное фото и видео, трекинг реальных объектов, интерфейс, полигональное моделирование;

- сформировать навыки выполнения технологической цепочки разработки приложений для мобильных устройств и/или персональных компьютеров с использованием специальных программных сред;
- сформировать базовые навыки работы в программах для разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- сформировать базовые навыки работы в программах для трёхмерного моделирования;
- научить использовать и адаптировать трёхмерные модели, находящиеся в открытом доступе, для задач кейса;
- сформировать базовые навыки работы в программах для разработки графических интерфейсов;
- привить навыки проектной деятельности, в том числе использование инструментов планирования.

Развивающие:

- на протяжении всех занятий формировать 4К-компетенции (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);
- способствовать расширению словарного запаса;
- способствовать развитию памяти, внимания, технического мышления, изобретательности;
- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать формированию интереса к техническим знаниям;
- способствовать формированию умения практического применения полученных знаний;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и т. п.

Воспитательные:

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- способствовать формированию положительной мотивации к трудовой деятельности;

- способствовать формированию опыта совместного и индивидуального творчества при выполнении командных заданий;
- воспитывать трудолюбие, уважение к труду;
- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной ИТ-отрасли.

Прогнозируемые результаты и способы их проверки

Личностные результаты:

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- умение различать способ и результат действия;
- умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- умение в сотрудничестве ставить новые учебные задачи;

- способность проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- умение осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- умение моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);
- умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельно достраивать с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- умение выслушивать собеседника и вести диалог;
- способность признавать возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;

- умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

В результате освоения программы обучающиеся должны

знать:

- правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием.
- ключевые особенности технологий виртуальной и дополненной реальности;
- принципы работы приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- перечень современных устройств, используемых для работы с технологиями, и их предназначение;
- основной функционал программ для трёхмерного моделирования;
- принципы и способы разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- основной функционал программных сред для разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- особенности разработки графических интерфейсов.

уметь:

- применять на практике методики генерирования идей; методы дизайн-анализа и дизайн-исследования;
- анализировать формообразование промышленных изделий;
- строить изображения предметов по правилам линейной перспективы;
- передавать с помощью света характер формы;
- различать и характеризовать понятия: пространство, ракурс, воздушная перспектива;
- настраивать и запускать шлем виртуальной реальности;
- устанавливать и тестировать приложения виртуальной реальности;
- самостоятельно собирать очки виртуальной реальности;

- формулировать задачу на проектирование исходя из выявленной проблемы;
- уметь пользоваться различными методами генерации идей;
- выполнять примитивные операции в программах для трёхмерного моделирования;
- выполнять примитивные операции в программных средах для разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- компилировать приложение для мобильных устройств или персональных компьютеров и размещать его для скачивания пользователями;
- разрабатывать графический интерфейс (UX/UI);
- разрабатывать все необходимые графические и видеоматериалы для презентации проекта;
- представлять свой проект.

владеть:

- научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приёмами проектирования, конструирования, моделирования, макетирования, прототипирования в области промышленного (индустриального) дизайна.
- основной терминологией в области технологий виртуальной и дополненной реальности;
- базовыми навыками трёхмерного моделирования;
- базовыми навыками разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью;
- знаниями по принципам работы и особенностям устройств виртуальной и дополненной реальности.

Формы подведения итогов реализации общеобразовательной программы

Подведение итогов реализуется в рамках защиты результатов выполнения Кейса 1 и Кейса 2.

Формы демонстрации результатов обучения

Представление результатов образовательной деятельности пройдёт в форме публичной презентации решений кейсов командами и последующих ответов выступающих на вопросы наставника и других команд.

Формы диагностики результатов обучения

Беседа, тестирование, опрос.

Содержание программы курса

Программа предполагает постепенное расширение знаний и их углубление, а также приобретение умений в области проектирования, конструирования и изготовления творческого продукта.

В основе образовательного процесса лежит проектный подход. Основная форма подачи теории — интерактивные лекции и пошаговые мастер-классы в группах до 10–15 человек. Практические задания планируется выполнять как индивидуально и в парах, так и в малых группах. Занятия проводятся в виде бесед, семинаров, лекций: для наглядности подаваемого материала используется различный мультимедийный материал — презентации, видеоролики, приложения пр.

Учебный план

№п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Кейс 1. «Механическое устройство»	13	8	5	Решение ситуационных задач, тестирование
1.1	Введение: демонстрация механизмов, диалог	1	1	0	
1.2	Сборка механизмов из набора LEGO Education «Технология и физика»	4	2	2	
1.3	Демонстрация механизмов, сессия вопросов-ответов Мозговой штурм	2	1	1	
1.4	Выбор идей. Эскизирование	1	1	0	

1.5	3D-моделирование	2	1	1	
1.6	Рендеринг. Создание презентации, подготовка защиты	2	1	1	
1.7	Защита проектов	1	1	0	
	Кейс 2. Проектируем идеальное VR-устройство	21	10	11	Решение ситуационных задач, тестирование
2.1	Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие («Создавай миры»)	2	1	0	
2.2	Введение в технологии виртуальной и дополненной реальности	1	1	0	
2.3	Знакомство с VR-технологиями на интерактивной вводной лекции	1	1	0	
2.4	Тестирование устройства, установка приложений, анализ принципов работы, выявление ключевых характеристик	1	0	1	
2.5	Выявление принципов работы шлема виртуальной реальности, поиск, анализ и структурирование информации о других VR-устройствах	2	1	1	
2.6	Выбор материала и конструкции для собственной гарнитуры, подготовка к сборке устройства	1	1	1	
2.7	Сборка собственной гарнитуры, вырезание необходимых деталей	1	0	1	
2.8	Сборка собственной	1	0	1	

	гарнитуры, вырезание необходимых деталей, дизайн устройства				
2.9	Работа с картой пользовательского опыта: выявление проблем, с которыми можно столкнуться при использовании VR. Фокусировка на одной из них	1	1	0	
2.10	Изучение понятия «перспектива», окружности в перспективе, штриховки, светотени, падающей тени	1	1	0	
2.11	Изучение светотени и падающей тени на примере фигур. Построение быстрого эскиза фигуры в перспективе, передача объёма с помощью карандаша. Техника рисования маркерами	1	0	1	
2.12	Освоение навыков работы в ПО для трёхмерного проектирования (на выбор — Rhinoceros 3D, Autodesk Fusion 360)	2	1	1	
2.13	3D-моделирование разрабатываемого устройства	2	1	1	
2.14	Фотореалистичная визуализация 3D-модели. Рендер (KeyShot, Autodesk Vred)	2	1	1	
2.15	Подготовка графических	1	0	1	

	материалов для презентации проекта (фото, видео, инфографика). Освоение навыков вёрстки презентации				
2.16	Представление проектов перед другими обучающимися. Публичная презентация и защита проектов	1	0	1	

III. Содержание тем программы

1. Кейс 1. «Механическое устройство»

Теория: Изучение на практике и сравнительная аналитика механизмов набора LEGO Education «Технология и физика». Проектирование объекта, решающего насущную проблему, на основе одного или нескольких изученных механизмов.

Теория:

- 1.1 Введение: демонстрация и диалог на тему устройства различных механизмов и их применения в жизнедеятельности человека.
- 1.2 Сборка выбранного на прошлом занятии механизма с использованием инструкции из набора и при минимальной помощи наставника.
- 1.3 Практика:
- 1.4 Демонстрация работы собранных механизмов и комментарии принципа их работы. Сессия вопросов-ответов, комментарии наставника.
- 1.5 Введение в метод мозгового штурма. Сессия мозгового штурма с генерацией идей устройств, решающих насущную проблему, в основе которых лежит принцип работы выбранного механизма.
- 1.6 Практика:
- 1.7 Отбираем идеи, фиксируем в ручных эскизах.
- 1.8 3D-моделирование объекта во Fusion 360.
- 1.9 3D-моделирование объекта во Fusion 360, сборка материалов для презентации.
- 1.10 Выбор и присвоение модели материалов. Настройка сцены. Рендеринг.
- 1.11 Сборка презентации в Readymag, подготовка защиты.

1.12 Защита командами проектов.

Кейс 2. Проектируем идеальное VR-устройство. Теория: В рамках этого кейса обучающиеся исследуют существующие модели устройств виртуальной реальности, выявляют ключевые параметры, а затем выполняют проектную задачу — конструируют собственное VR-устройство. Обучающиеся исследуют VR-контроллеры и обобщают возможные принципы управления системами виртуальной реальности. Сравнивают различные типы управления и делают выводы о том, что необходимо для «обмана» мозга и погружения в другой мир.

Практика: Обучающиеся смогут собрать собственную модель VR-гарнитуры: спроектировать, смоделировать, вырезать/распечатать на 3D-принтере нужные элементы, а затем протестировать самостоятельно разработанное устройство.

Календарный учебный график

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1	Сентябрь	2.09	16.25-17.10	Л/ПР	1	Введение: демонстрация механизмов, диалог	Кабинет технологии	Беседа
2	Сентябрь	9.09	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка механизмов из набора LEGO Education «Технология и физика»	Кабинет технологии	Демонстрация решений кейса
3	Сентябрь	16.09	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка механизмов из набора LEGO Education «Технология и физика»	Кабинет технологии	Тестирование
4	Сентябрь	23.09	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка механизмов из набора LEGO Education «Технология и физика»	Кабинет технологии	Демонстрация решений кейса

5	Октябрь	7.10	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка механизмов из набора LEGO Education «Технология и физика»	Кабинет технологии	Беседа
6	Октябрь	14.10	16.25-17.10	Л/ПР	1	Демонстрация механизмов, сессия вопросов-ответов	Кабинет технологии	беседа
7	Октябрь	21.10	16.25-17.10	Л/ПР	1	Мозговой штурм	Кабинет технологии	Тестирование
8	Ноябрь	11.11	16.25-17.10	Л/ПР	1	Выбор идей. Эскизирование	Кабинет технологии	Беседа
9	Ноябрь	18.11	16.25-17.10	Л/ПР	1	3D-моделирование	Кабинет технологии	Демонстрация решений кейса
10	Ноябрь	25.11	16.25-17.10	Л/ПР	1	3D-моделирование	Кабинет технологии	Беседа
11	Декабрь	2.12	16.25-17.10	Л/ПР	1	Рендеринг. Создание презентации, подготовка защиты	Кабинет технологии	Демонстрация решений кейса
12	Декабрь	9.12	16.25-17.10	Л/ПР	1	Рендеринг. Создание презентации, подготовка защиты	Кабинет технологии	Беседа
13	Декабрь	16.12	16.25-17.10	Л/ПР	1	Защита проектов	Кабинет технологии	Беседа
14	Декабрь	23.12	16.25-	Л/ПР	1		Кабинет	Тестирование

	рь		17.10			Знакомство . Техника безопасности. Вводное занятие («Создавай миры»)	технолог ии	вание
15	Январь	13.01	16.25-17.10	Л/ПР	1	Знакомство . Техника безопасности. Вводное занятие («Создавай миры»)	Кабинет технологий	Беседа
16	Январь	20.01	16.25-17.10	Л/ПР	1	Введение в технологии виртуальной и дополненной реальности	Кабинет технологий	Демонстрация решений кейса
17	Январь	27.01	16.25-17.10	Л/ПР	1	Знакомство с VR-технологиями на интерактивной вводной лекции	Кабинет технологий	
18	Февраль	3.02	16.25-17.10	Л/ПР	1	Тестирование устройства, установка приложений, анализ принципов работы, выявление ключевых характеристик	Кабинет технологий	Демонстрация решений кейса
19	Февраль	10.02	16.25-17.10	Л/ПР	1	Выявление принципов работы шлема виртуальной реальности, поиск, анализ и структурир	Кабинет технологий	Беседа

						ование информации о других VR-устройствах		
20	Февраль	17.02	16.25-17.10	Л/ПР	1	Выявление принципов работы шлема виртуальной реальности, поиск, анализ и структурирование информации о других VR-устройствах	Кабинет технологии	Беседа
	Февраль	24.02			1	Выбор материала и конструкции для собственной гарнитуры, подготовка к сборке устройства	Кабинет технологии	
21	Март	3.03	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка собственной гарнитуры, вырезание необходимых	Кабинет технологии	Беседа
22	Март	10.03	16.25-17.10	Л/ПР	1	Сборка собственной гарнитуры, вырезание необходимых деталей, дизайн устройства	Кабинет технологии	Тестирование

23	Март	17.03	16.25- 17.10	Л/ПР	1	Работа с картой пользователя опыта: выявление проблем, с которыми можно столкнуться при использовании VR. Фокусировка на одной из них	Кабинет технологии	Беседа
24	Апрель	7.04	16.25- 17.10	Л/ПР	1	Изучение понятия «перспектива», окружности в перспективе, штриховки, светотени, падающей тени	Кабинет технологии	Демонстрация решений кейса
25	Апрель	14.04	16.25- 17.10	Л/ПР	1	Изучение светотени и падающей тени на примере фигур. Построение быстрого эскиза фигуры в перспективе, передача объёма с помощью карандаша. Техника рисования маркерами	Кабинет технологии	Беседа

26	Апрель	21.04	16.25-17.10	Л/ПР	1	Освоение навыков работы в ПО для трёхмерного проектирования (на выбор — Rhinoceros 3D, Autodesk Fusion 360)	Кабинет технологий	Тестирование
27	Апрель	28.04	16.25-17.10	Л/ПР	1	Освоение навыков работы в ПО для трёхмерного проектирования (на выбор — Rhinoceros 3D, Autodesk Fusion 360)	Кабинет технологий	Беседа
28	Май	5.05	16.25-17.10	Л/ПР	1	3D-моделирование разрабатываемого	Кабинет технологий	Демонстрация решений кейса
29	Май	12.05	16.25-17.10	Л/ПР	1	3D-моделирование разрабатываемого	Кабинет технологий	Беседа
30	Май	19.05	16.25-17.10	Л/ПР	1	Фотореалистичная визуализация 3D-модели. Рендер (KeyShot, Autodesk)	Кабинет технологий	Демонстрация решений кейса

						Vred)		
31	Май	26.05	16.25- 17.10	Л/ПР		Подготовка графических материалов для презентации и проекта (фото, видео, инфографика). Освоение навыков вёрстки презентации и	Кабинет технологий	Беседа

IV. Материально-технические условия реализации программы

Аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося:
ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);
мышь.
- Рабочее место наставника:
ноутбук: процессор Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);
шлем виртуальной реальности HTC Vive или Vive Pro Full Kit — 1 шт.;

личные мобильные устройства обучающихся и/или наставника с операционной системой Android;

презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;

флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.;

единая сеть Wi-Fi.

Программное обеспечение:

- офисное программное обеспечение;
- программное обеспечение для трёхмерного моделирования (Autodesk Fusion 360; Autodesk 3ds Max/Blender 3D/Maya);
- программная среда для разработки приложений с виртуальной и дополненной реальностью (Unity 3D/Unreal Engine);
- графический редактор на выбор наставника.

Расходные материалы:

бумага А4 для рисования и распечатки — минимум 1 упаковка 200 листов;

бумага А3 для рисования — минимум по 3 листа на одного обучающегося;

набор простых карандашей — по количеству обучающихся;

набор чёрных шариковых ручек — по количеству обучающихся;

клей ПВА — 2 шт.;

клей-карандаш — по количеству обучающихся;

скотч прозрачный/матовый — 2 шт.;

скотч двусторонний — 2 шт.;

картон/гофрокартон для макетирования — 1200*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;

нож макетный — по количеству обучающихся;

лезвия для ножа сменные 18 мм — 2 шт.;

ножницы — по количеству обучающихся;

коврик для резки картона — по количеству обучающихся;

линзы 25 мм или 34 мм — комплект, по количеству обучающихся;

дополнительно — PLA-пластик 1,75 REC нескольких цветов.

У.Перечень рекомендуемых источников

1. Адриан Шонесси. Как стать дизайнером, не продав душу дьяволу / Питер.
2. Жанна Лидтка, Тим Огилви. Думай как дизайнер. Дизайн-мышление для менеджеров / Манн, Иванов и Фербер.
3. Майкл Джанда. Сожги своё портфолио! То, чему не учат в дизайнерских школах / Питер.
4. Фил Кливер. Чему вас не научат в дизайн-школе / Рипол Классик.
5. Bjarki Hallgrímsson. Prototyping and Modelmaking for Product Design (Portfolio Skills) / Paperback, 2012.
6. Jennifer Hudson. Process 2nd Edition: 50 Product Designs from Concept to Manufacture.
7. Jim Lesko. Industrial Design: Materials and Manufacturing Guide.
8. Kevin Henry. Drawing for Product Designers (Portfolio Skills: Product Design) / Paperback, 2012.
9. Koos Eissen, Roselien Steur. Sketching: Drawing Techniques for Product Designers / Hardcover, 2009.
10. Kurt Hanks, Larry Belliston. Rapid Viz: A New Method for the Rapid Visualization of Ideas.
11. Rob Thompson. Prototyping and Low-Volume Production (The Manufacturing Guides).
12. Rob Thompson. Product and Furniture Design (The Manufacturing Guides).
13. Rob Thompson, Martin Thompson. Sustainable Materials, Processes and Production (The Manufacturing Guides).
14. Susan Weinschenk. 100 Things Every Designer Needs to Know About People (Voices That Matter).
15. <http://holographica.space>.
16. <http://bevirtual.ru>.
17. <https://vrgeek.ru>.
18. <https://habrahabr.ru/hub/virtualization/>.
19. <https://geektimes.ru>.
20. <http://www.virtualreality24.ru/>.
21. <https://hi-news.ru/tag/virtualnaya-realnost>.
22. <https://hi-news.ru/tag/dopolnennaya-realnost>.
23. <http://www.rusoculus.ru/forums/>.
24. <http://3d-vr.ru/>.
25. VRBE.ru.
26. <http://www.vrability.ru/>.
27. <https://hightech.fm/>.
28. <http://www.vrfavs.com/>.
29. <http://designet.ru/>.
30. <https://www.behance.net/>.
31. <http://www.notcot.org/>.
32. <http://mocoloco.com/>.
33. https://www.youtube.com/channel/UCOzx6PA0tgemJl1Ypd_1FTA.
34. <https://vimeo.com/idsketching>.
35. [https://ru.pinterest.com/search/pins/?q=design%20sketching&rs=typed&term_meta\[\]=design%7Ctyped&term_meta\[\]=sketching%7Ctyped](https://ru.pinterest.com/search/pins/?q=design%20sketching&rs=typed&term_meta[]=design%7Ctyped&term_meta[]=sketching%7Ctyped).

