

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

РАССМОТРЕНО
на заседании Ученого совета
Протокол № 11
от « 28 » 05 2020



А.Н. Стрижов

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Проектирование VR/AR-приложений (базовый уровень)»

Направленность – техническая

Возраст учащихся – 11-15 лет

Срок реализации – 72 часа

Череповец
2020

Ершов Е.В., Виноградова Л.Н., Челнокова С.В. «Проектирование VR/AR-приложений (базовый уровень)». Дополнительная общеобразовательная – общеразвивающая программа / под ред. Ершова Е.В., Виноградовой Л.Н., Челноковой С.В. – Череповец: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», 2020 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Проектирование VR/AR-приложений (базовый уровень)» своей целью ставит формирование уникальных компетенций среди детей и молодежи при работе с технологиями дополненной и виртуальной реальности на основе проектной и научно-исследовательской деятельности с использованием кейс-технологий.

В процессе реализации программы используются различные кейсы и проекты и исследования, ориентированные на рынки Национальной технологической инициативы (далее – НТИ): Нейронет и Технет.

В ходе занятий по Программе обучающиеся познакомятся с виртуальной, дополненной и смешанной реальностями, поймут их особенности и возможности, выявят способы применения, а также определят наиболее интересные направления для дальнейшего углубления и параллельного развития навыков дизайн-мышления, дизайн-анализа и способности создавать новое и востребованное.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Проектирование VR/AR-приложений (базовый уровень)» реализуется на основании следующих нормативных документов:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»,

Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013 - 2020 годы (постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 295 (ред. от 27.04.2016)),

Концепция развития дополнительного образования детей, утвержденная распоряжением правительства Российской Федерации от 04 сентября 2014 г. № 1726-р,

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Минпросвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»,

Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 № 642,

СанПин 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей», утвержденный постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04 июля 2014 г. № 41, где установлены требования к организации образовательного процесса,

Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет»,

Положение о деятельности Центра «Дом научной коллаборации имени академика И.П. Бардина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Актуальность программы определяется тем, что Череповец относится к категории промышленных городов, потребность в развитии технической направленности у детей возрастает, т.к. сейчас активно внедряются новые формы дополнительного образования – технопарки, реализуются программы в профильных классах с инженерной направленностью, классах физико-математического и IT-профилей подготовки. Все это требует основ знаний и практического опыта в области 3D-моделирования, компьютерного зрения и программирования.

Виртуальная и дополненная реальности - особые технологические направления, тесно связанные с другими. Эти технологии включены в список ключевых и оказывают существенное влияние на развитие рынков. Согласно многочисленным исследованиям, VR/AR-рынок развивается по экспоненте - соответственно, ему необходимы компетентные специалисты. В ходе практических занятий по Программе 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.

Отличительные особенности программы и новизна заключаются в том, что программа реализуется на основе проектной деятельности, направленной на решение конкретных производственных заданий и задач предприятий – индустриальных партнеров университета (ПАО «Северсталь», ОАО «Северсталь-инфоком», ПАО «ФосАгро», АО «Северсталь-Менеджмент», АО «Северсталь-метиз», МБУ ЦМИРиТ и др.) в составе проектных команд студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых.

Данная программа включает в себя 2 модуля, которые могут рассматриваться как самостоятельные части программы, так и взаимосвязанные ее составляющие: модуль 1. «Знакомство с дополненной и виртуальной реальностью» и модуль 2. «Проектирование приложений». В процессе реализации программы используются различные кейсы и проекты, ориентированные на рынки НТИ: Нейронет и Технет.

Категория обучающихся (адресат программы) – школьники 11-15 лет, 5-9 классов (проект «Детский университет») любознательные и целеустремленные, активно использующие гаджеты, имеющие основные навыки рисования и моделирования, интересующиеся компьютерными технологиями, в частности, виртуальной и дополненной реальностью.

Сроки реализации программы, режим занятий и формы – общее количество учебных часов – 72 часа, количество часов в неделю – 2 часа 1 раз в неделю, форма организации образовательного процесса – очная, групповая, самостоятельная работа по кейс-заданиям программы. В случае карантина – дистанционная форма обучения (на платформе Microsoft Teams или других адаптированных платформах) и может быть организована двумя способами:

- при наличии у обучающегося необходимых технических средств он может осваивать материал и выполнять задания в полном объеме, при этом оценка результатов педагогом и консультации при работе будут ограничены возможностями удаленной связи.

- при отсутствии технических средств задания корректируются в сторону разработки заданий без проверки их на конкретной модели, большего использования видеоматериалов и информационных ресурсов для освоения программы.

Занятия могут быть групповые и командные (2-5 человек) и предусматривают интерактивные лекции, лабораторные работы, мастер-классы, деловые игры, тренинги, выполнение самостоятельной работы с использованием кейс-технологии и проектного подхода в обучении. Для наглядности используется различный мультимедийный материал — презентации, видеоролики, приложения и пр. Методы обучения: проведение эксперимента, исследовательская и проектная работа.

Программа рассчитана на проведение занятий в группах от 5 до 14 человек.

Цель и задачи программы

Цель: формирование уникальных компетенций по работе с технологиями дополненной и виртуальной реальности на основе проектной деятельности с использованием кейс-технологий.

Задачи:

Обучающие:

- объяснить базовые понятия области 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 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 и научно-исследовательской деятельности, в том числе использование инструментов планирования.

Развивающие:

- на протяжении всех занятий формировать 4К-компетенции (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);
- 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.

Планируемые результаты

Продуктовый результат: прототип (экспериментальный образец) решения конкретных производственных заданий и задач предприятий – индустриальных партнеров университета.

В результате освоения программы обучающиеся должны

знать:

- 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 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:

- настраивать и запускать шлем виртуальной реальности;
- устанавливать и тестировать приложения виртуальной реальности;
- формулировать задачу на проектирование исходя из выявленной проблемы;
- уметь пользоваться различными методами генерации идей;
- выполнять примитивные операции в программах 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 или научно-исследовательскую работу;

владеть:

- 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.

Личностные результаты:

- демонстрирует критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- обосновывает мотивы своих действий при выполнении заданий;
- демонстрирует внимательность, настойчивость, целеустремлённость, умение преодолевать трудности;
- обосновывает свои суждения, демонстрирует независимость и нестандартность мышления;
- демонстрирует освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;

- обладает коммуникативной компетентностью в общении и сотрудничестве с другими обучающимися;
- демонстрирует любознательность, сообразительность при выполнении заданий проблемного характера.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- демонстрирует умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умеет планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- обосновывает цель работы, планирование действий для достижения поставленной цели;
- обладает умением осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способен адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- демонстрирует умение различать способ и результат действия;
- вносит коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- обосновывает постановку новых учебных задач в сотрудничестве с другими участниками учебного процесса;
- проявляет познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивает способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивает получающийся творческий продукт и соотносит его с изначальным замыслом, по необходимости выполняет коррекцию продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- осуществляет поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использует средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентируется в разнообразии способов решения задач;
- анализирует объекты с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводит сравнение и классификацию по заданным критериям;
- строит логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливает аналогии, причинно-следственные связи;
- моделирует объект, выделяя существенные характеристики объекта;
- синтезирует, составляет целое из частей, в том числе самостоятельно достраивает с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- аргументирует свою точку зрения при выборе оснований и критериев выделения признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивает собеседника и ведет диалог;
- признает возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- анализирует учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися;
- определяет цели, функции участников, способы взаимодействия;
- осуществляет 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);

- выражает свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации с достаточной полнотой и точностью;
- демонстрирует владение монологической и диалогической формами речи.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование программы	возраст	Кол-во часов в нед.	Кол-во часов в год	Всего часов	Формы аттестации	
					декабрь	май
«Проектирование VR/AR-приложений (базовый уровень)»	11-15	2	72	72	Решение кейсов	Решение кейсов/ проект

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов			Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		Всего	Теория	Практика		
Модуль 1. Знакомство с дополненной и виртуальной реальностью						
1	Основы технологий виртуальной и дополненной реальности	12	4	8	Команда и идея	Опрос, беседа
2	Устройства визуализации и взаимодействия для иммерсивных сред	12	4	8	Знакомство с оборудованием	Опрос, беседа
3	Основы проектирования приложений дополненной реальности	10	4	6	Распознавание образов	Опрос, беседа
Итого		34	12	22		
Модуль 2. Проектирование приложений						
4	Проектирование приложений дополненной реальности	14	6	8	Дополненная реальность	Опрос, беседа
5	Основы проектирования приложений виртуальной реальности	24	8	16	Виртуальная реальность	Опрос, беседа
Итого		38	14	24		
Итого часов:		72	26	46		Презентация проекта

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Модуль 1. Знакомство с дополненной и виртуальной реальностью

Тема 1. Основы технологий виртуальной и дополненной реальности

Базовые понятия и определения технологий виртуальной и дополненной реальности. Функциональные возможности современных приложений и сред с иммерсивным контентом. Сферы применения и использования технологий виртуальной и дополненной реальности. Составляющие иммерсивного контента.

Кейс 1. Команда и идея

Обучающиеся совместно со старшими и более опытными членами команды обсуждают проблему индустриального партнера, формируют список идей и сценариев погружения в виртуальное пространство при решении производственной задачи, выбирают наиболее оптимальный и реалистичный.

Тема 2. Устройства визуализации и взаимодействия для иммерсивных сред

Классификация устройств визуализации и взаимодействия для иммерсивных сред. Устройства визуализации виртуальных объектов: VR шлемы, очки дополненной реальности, панели и мониторы для отображения виртуальных объектов. Устройства взаимодействия с виртуальными объектами в иммерсивных средах: системы трекинга головы, глаз, движений тела; перчатки, 3D контроллеры, устройства с обратной связью, платформы, датчики.

Кейс 2. Знакомство с оборудованием

Обучающиеся знакомятся с имеющимся на кафедре оборудованием виртуальной реальности, в соответствии с решаемой задачей выбирают необходимое оборудование, учатся компоновать и подключать его.

Тема 3. Основы проектирования приложений дополненной реальности

Основы распознавания образов: методы распознавания образов, типы задач распознавания образов. Технологии дополненной реальности. Архитектура приложений дополненной реальности.

Кейс 3. Распознавание образов

Обучающиеся знакомятся с методами распознавания образов. На основе полученных знаний в команде разрабатывают алгоритм применения методов распознавания образов для решения производственной задачи.

Модуль 2. Проектирование приложений

Тема 4. Проектирование приложений дополненной реальности

Базовые понятия и определения технологий дополненной реальности. Сферы применения дополненной реальности. Ограничения технологии дополненной реальности. Обзор средств разработки приложений дополненной реальности.

Кейс 4. Дополненная реальность

Обучающиеся знакомятся с интерфейсом и основными функциями сред разработки приложений дополненной реальности. На основе полученных знаний в команде создают приложение дополненной реальности для решения производственной задачи.

Тема 5. Основы проектирования приложений виртуальной реальности

Базовые понятия и определения технологий виртуальной реальности. Основы работы с SDK Unity 3D и Unreal Engine. Создание VR-приложения с использованием SDK Unity и Unreal Engine. Сенсоры, манипуляторы, устройства распознавания жестов. Программное обеспечение функционирования аппаратной составляющей взаимодействия с объектами виртуальной реальности.

Кейс 5. Виртуальная реальность

Обучающиеся знакомятся с интерфейсом и основными функциями сред разработки приложений виртуальной реальности. На основе полученных знаний в команде создают приложение виртуальной реальности для решения производственной задачи.

УЧЕБНО-КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема раздела/модуля/ занятия	Место проведения	Форма контроля
1	Сентябрь-декабрь	Комбинированное	34	Модуль 1. Знакомство с дополненной и виртуальной реальностью	Учебный кабинет	По содержанию кейса
2	Январь-май	Комбинированное	38	Модуль 2. Проектирование приложений	Учебный кабинет	По содержанию кейса/проект

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Материально-техническая база:

Занятия проводятся на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Оборудование учебной лаборатории:

- учебная доска, интерактивная доска;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель;
- компьютеры учебные;
- учебно-практическое и учебно-лабораторное оборудование (шлем виртуальной реальности HTC Viva, очки виртуальной реальности Sony HMZ-T3, набор “NVIDIA 3D vision” с парой очков с подвижными носовыми частями, графическая станция (процессор Intel Core i7 3 770 с частотой 3,4 ГГц, блок питания ATX 1200 W, жесткий диск Western Digital Caviar WD 2002 FAEX 2 Tb, ОЗУ Kingston Hyper Red KHX 16C10B1RK2/16X kit 8Гб*2, видеокарта Quadro K 2000 2048 Mb DDR5 128 bit DVI, 2*Display Port PCI-Ex, клавиатура Defender Oscar 600, мышь Genius Xscroll USB, станция профессиональная графическая в сборе (процессор Intel Core i7 4 770 К, частота 3.5 ГГц, 4 физических ядра, твердотельный накопитель Plextor PX-128 M5 Pro, блок питания Cheiftec 1250 W Retail GPM-1250 C, жесткий диск Western Digital WD 20 EFRX 2000 Гб, ОЗУ DDR3 4 модуля памяти объемом 8 Гб каждый, клавиатура Defender Oscar 600, мышь Genius XScroll Optical, Wheel Mouse USB).

Оборудование лекционной аудитории:

- учебная доска, экран;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель;
- компьютер, проектор.

Информационные средства обучения:

- кейсы тематические;
- мультимедийные обучающие презентации;

- комплект технологических инструкций;
- инструкции по технике безопасности.

Кадровые условия:

Проводит занятия работник, имеющий опыт программирования, проектирования и моделирования объектов в виртуальной и дополненной реальности. Желателен опыт работы с детьми школьного возраста.

Требования к образованию: высшее профессиональное, также вести занятия может студент старших курсов профильных направлений.

Наличие справки об отсутствии судимости, медицинская книжка.

При реализации программы в качестве ведущих технологий и подходов используются кейс-технологии и системно-деятельностный подход.

Основными видами деятельности являются информационно-рецептивная, репродуктивная, частично-поисковая, проектная и творческая.

Информационно-рецептивная деятельность учащихся предусматривает освоение теоретической информации через лекцию педагога, сопровождающуюся презентацией и демонстрациями, беседу, самостоятельную работу с литературой.

Репродуктивная деятельность учащихся направлена на овладение ими умениями и навыками через выполнение практико-ориентированных заданий по схеме.

Частично-поисковая деятельность учащихся включает овладение ими умениями и навыками через выполнение практико-ориентированных заданий в измененной ситуации.

Проектная и творческая деятельность предполагает самостоятельную или почти самостоятельную работу учащихся при выполнении проектов.

Взаимосвязь этих видов деятельности создает условия для формирования технического мышления у обучающихся и способствует первичной профессионализации учащихся.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Степень усвоения материала обучающимися определяется преподавателем по результатам демонстрации выполненных заданий и ответам на вопросы (в том числе вопросы в кейсах).

Итоговая «оценка» по всей программе производится в форме выступления и представления индивидуального или группового проекта или научно-исследовательской работы в форме презентации (3-5 слайдов) и оценивается по трём уровням:

- «высокий»: проект или научно-исследовательская работа носили творческий, самостоятельный характер и выполнен полностью в планируемые сроки;
- «средний»: обучающийся выполнил основные задачи проекта или научно-исследовательской работы, но имеют место недоработки или отклонения по срокам;
- «низкий»: проект или работа не закончены, большинство целей не достигнуты.

Результатом усвоения обучающимися программы по каждому уровню являются: устойчивый интерес к занятиям по виртуальной и дополненной реальности.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список рекомендованной литературы для преподавателя:

Основная:

1. Искусство создания сценариев в Unity [Электронный ресурс]/ пер. с англ. Р.Н. Рагимова. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 360 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603819.html>
2. Перспектива: теория и виртуальная реальность: учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Н.Г. Иванцовская. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. - 196 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778213289.html>
3. Компьютерная графика: учеб. пособие [Электронный ресурс]/ И.Г. Таранцев; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. - 70 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ngu004.html>
4. Аббасов И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3DS MAX / И.Б. Аббасов. - Москва: Мир, 2012. - 176 с.
5. Миловская О. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры / Миловская О. СПб.: Питер, 2018. – 416 с.

Дополнительная:

1. Разработка пользовательского интерфейса [Электронный ресурс]/ Мандел Т.; Пер. с англ. - М.: ДМК Пресс, 2001. 416 с. - (Серия 'Для программистов'). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940740693.html>
2. Steven M. LaValle. VIRTUAL REALITY, University of Illinois, Cambridge University Press, Copyright Steven M. La Valle, 2017, URL: <http://vr.cs.uiuc.edu>
3. Афанасьев В.О. Развитие модели формирования бинокулярного изображения виртуальной 3D -среды. /Программные продукты и системы. Гл. ред. м.-нар. Журнала «Проблемы теории и практики управления», Тверь, № 4, 2004. с. 25-30.
4. Катус Г.П. Трехмерные системы представления объемной информации / Катус Г.П., Катус П.Г., Яковлев А.И. – М.: СИП РИА, 1998 - 112 с.
5. Шикин Е.В. Компьютерная графика. Полигональные модели / Шикин Е.В., Боресков А.В. М.: Диалог-МИФИ, 2001. - 464 с.
6. Шикин Е.В. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей / Шикин Е.В., Плис А.И.М.: Диалог-МИФИ, 1996. - 240 с.
7. Рябцев Д. Интерьер в 3ds Max: от моделирования до визуализации (DVD) / Рябцев Дмитрий. - М.: Питер, СПб, 2008. - 512 с.
8. Соллогуб А. Solid Works 2007. Технология трехмерного моделирования / А. Соллогуб, З. Сабирова. - М.: БХВ-Петербург, 2007. - 352 с.
9. Тозик В. 3ds Max. Трехмерное моделирование и анимация на примерах(+ CD-ROM) / Вячеслав Тозик, Александр Меженин, Кирилл Звягин. - М.: БХВ-Петербург, 2008. - 880 с.

Список рекомендованной литературы для обучающихся:

Основная:

1. Искусство создания сценариев в Unity [Электронный ресурс]/ пер. с англ. Р.Н. Рагимова. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 360 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603819.html>
2. Компьютерная графика: учеб. пособие [Электронный ресурс]/ И.Г. Таранцев; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. -70 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ngu004.html>

3. Аббасов И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3DS MAX / И.Б. Аббасов. - Москва: Мир, 2012. - 176 с.

Дополнительная:

1. Компьютер обретает разум: Пер. с англ./ Под ред. Стефанюка В.Л.- М.: Мир, 1990. – 240 с.

2. Шикин Е.В. Компьютерная графика. Полигональные модели / Шикин Е.В., Боресков А.В. М.: Диалог-МИФИ, 2001. - 464 с.

3. Шикин Е.В. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей / Шикин Е.В., Плис А.И. М.: Диалог-МИФИ, 1996. - 240 с.

4. Гузненков В. Н. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 120 с.

5. Рябцев Д. Интерьер в 3ds Max: от моделирования до визуализации (DVD) / Рябцев Дмитрий. - М.: Питер, СПб, 2008. - 512 с.

6. Соллогуб А. Solid Works 2007. Технология трехмерного моделирования / А. Соллогуб, З. Сабирова. - М.: БХВ-Петербург, 2007. - 352 с.

7. Тозик В. 3ds Max. Трехмерное моделирование и анимация на примерах (+ CD-ROM) / Вячеслав Тозик, Александр Меженин, Кирилл Звягин. - М.: БХВ-Петербург, 2008. - 880 с.

Список источников сети Интернет:

1. <http://www.virtualreality24.ru/>

2. <https://hi-news.ru/tag/virtualnaya-realnost>.

3. <https://hi-news.ru/tag/dopolnennaya-realnost>

4. <http://www.rusoculus.ru/forums/>

5. <http://3d-vr.ru/>

6. <http://VRBE.ru>

7. <http://www.vrability.ru/>

8. <https://hightech.fm/>

9. <http://www.vrfavs.com/>

10. <http://designet.ru/>

11. <https://www.behance.net/>

12. <http://www.notcot.org/>