



Innovative ICT Education for Social-Economic Development (IESED)  
574283-EPP-1-2016-1-LT-EPPKA2-CBHE-JP

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.Н. Живицкая  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_

Экспериментальная учебная программа (по проекту Erasmus+)  
по дисциплине

**ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ 3-D ОБЪЕКТОВ**

для специальности

1-58 01 01      Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий

Минск 2018

СОСТАВИТЕЛИ:

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой инженерной психологии и эргономики учреждения образования  
«Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники»

(протокол № 21 от 25.06.2018);

Заведующий кафедрой

Яшин К.Д.

## 1. ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код курса	Год обучения	Семестр	Всего	Аудиторные часы			Самостоятельная работа	Часы курсовой работы	Зачетные единицы	Форма обучения
				ЛК	Лаб	Прак / сем				
	3	5	108	16	48	-	44	28	4	Д.О
	3	5	108	8	10	-	90	28	4	З.О

## 2. КОМПЕТЕНЦИИ

1. Применять базовые научно-теоретические знания для решения практических проблем
8. Проектировать программные продукты на основе информационных технологий с разработкой технической документации

## 3. ЦЕЛИ КУРСА

Формирование навыков в моделировании твёрдотельных объектов; формирование навыков визуализации 3D объектов.

Задачи изучения дисциплины.

- проектирование записей различных компонентов трёхмерной визуализации данных;
- проектирование компонентов трёхмерной системы;
- использование принципов и критериев для тестирования систем компьютерной визуализации данных;
- разработка систем визуализации для специальных задач медицины, промышленности, торговли, тренировки;
- тестирование и оценка систем визуализации;
- анализ системных ошибок и неисправностей.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КУРСА

Студент должен быть готов:

- проектировать физические модели реального мира с использованием внутреннего языка программирования;
- организации эффективной работы в команде;
- анализировать и быть готовым к использованию данных внешних источников.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА для очной формы получения образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая (контролируемая) самостоятельная работа студента	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теоретическая база компьютерной графики (1, 2)	2		4	2	Защита лабораторной работы
2	Способы 3-D визуализации объектов и когнитивные технологии виртуальной реальности (3)	2		4	2	Защита лабораторной работы
3	Системы твердотельного моделирования в автоматизированной подготовке производства (4, 7, 5)	2		8	2	Защита лабораторной работы
4	Методы программирования в создании параметрических моделей (9)	2		4	2	Защита лабораторной работы
5	Визуализация расчёта инженерных свойств и геометрических методов решения задач (6)	2		4	2	Защита лабораторной работы
6	Проецирование 3-D модели на плоскость (8, 12)	2		10	2	Защита лабораторной работы
7	Фрактальная геометрия (10)	2		4	2	Защита лабораторной работы
8	Прототипирование и анимация 3-D объектов (11, 13)	2		10	2	Защита лабораторной работы
Итого за семестр		16		48	16	Экзамен
Курсовая работа					28	Защита курсовой работы
Итого		16		48	44	

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА для заочной формы получения образования

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая (контролируемая) самостоятельная работа студента	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теоретическая база компьютерной графики (1, 2)	1			10	Тестирование
2	Способы 3-D визуализации объектов и когнитивные технологии виртуальной реальности (3)	1			10	Тестирование
3	Системы твердотельного моделирования в автоматизированной подготовке производства (4, 7, 5)	1		2	12	Защита лабораторной работы
4	Методы программирования в создании параметрических моделей (9)	1		4	6	Защита лабораторной работы
5	Визуализация расчёта инженерных свойств и геометрических методов решения задач (6)	1			11	Тестирование
6	Проецирование 3-D модели на плоскость (8, 12)	1		2	15	Защита лабораторной работы
7	Фрактальная геометрия (10)	1			11	Тестирование
8	Прототипирование и анимация 3-D объектов (11, 13)	1		2	15	Защита лабораторной работы
Итого за семестр		8		10	62	Экзамен
Курсовая работа					28	Защита курсовой работы
Итого за семестр		8		10	90	Экзамен

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п.п.	Название темы	Содержание
1	Теоретическая база компьютерной графики (1, 2)	Сферы применения 2-D проекций объёмных тел и пространственных геометрических образов. Проецирование 3-D объектов на плоскость экрана, способы проецирования. Реалистичность отображения. Перспектива. Когнитивные способы имитации объёма. Использование 4-D абстракций в математике, физике, программировании. Способы визуализации 4-D абстракций.

		<p>Проецирование 4-D геометрических образов на трёхмерное пространство, на плоскость, n-мерные абстракции в физике.</p> <p>Основные направления компьютерной графики. Сферы применения компьютерной графики. Методы представления графических изображений. Форматы хранения графических данных: растровый, векторный, трёхмерные (каркасный, полигональный, твердотельный), фрактальный.</p> <p>Принцип действия и применение лазерного 3-D сканера. 3-D профилометрия и профилоскопия. Использование голографии в дефектоскопии. Визуализация в нанотехнологиях. Принцип действия атомно-силового микроскопа в режиме топографии и в режиме фазового контраста.</p> <p>Графическое моделирование в медицине, магнито-резонансная томография, 3-D визуализация внутренних органов.</p> <p>Физиологические особенности зрения человека. Строение органов зрения. Этимология понятия «Когнитивные технологии».</p> <p>Двухмерная визуализация. История развития двухмерной визуализации данных. Методы двухмерной визуализации</p>
2	Способы 3-D визуализации объектов и когнитивные технологии виртуальной реальности (3)	<p>Технологические предпосылки перехода к визуализации 3-D объектов. Стереоскопия. Понятие стереоэффекта. Методы параллельного и перекрёстного взглядов. Зеркальное разделение изображений. Стереоэффект Пульфриха.</p> <p>Стреопсис, техника его создания. Методы и средства оценки стереопсиса. Системы искусственной реальности. Типы виртуальной реальности. Визуальные и аудио-визуальные технологии обеспечения эффекта присутствия. Системы с тактильной обратной связью. Настольные VR-системы. Визуально согласованный дисплей. Эффект взаимодействия и техника его воссоздания. Виды дисплеев трёхмерной визуализации. Одноэкранные 3-D системы, мультидисплейные системы (видеостены), CAVE-системы, системы дополненной реальности, HR3D дисплеи – принципы работы. Устройство и принцип действия шлема виртуальной реальности.</p> <p>Области применения современных когнитивных технологий. Применение средств виртуальной реальности в когнитивных технологиях. Тренажёры и манипуляторы визуализации данных в медицине. Тренажёры трёхмерной визуализации сцен на транспорте. Трёхмерная визуализация в тренажерах для МЧС. Трёхмерная визуализация в авиации и космонавтике. Визуализация в геоинформационных системах. Когнитивная визуализация в менеджменте и маркетинге. Когнитивные модели инфокоммуникационных и социальных систем</p>
3	Системы твердотельного моделирования в автоматизированной подготовке производства (4, 7, 5)	<p>Каркасное, полигональное и твердотельное моделирование – принципиальные отличия и области применения. Математический аппарат полигональной и твердотельной 3-D графики.</p> <p>Принципы формообразования в твердотельном моделировании. Понятие конструктивного элемента и сопутствующего ему эскиза. Геометрические примитивы. Классификация геометрических примитивов по количеству эскизов, лежащих в их основе. Логика построения модели (добавление, вычитание, перемножение геометрических форм). Стадии построения сложной твердотельной модели. Автоматизированные системы проектирования, инженерного анализа, подготовки производства, а также управления производственной информацией. Отрасли</p>

		<p>применения, разновидности, структура технического обеспечения систем автоматизированного проектирования. CAD/CAM-системы высокого, среднего, низкого уровней. Объектно-ориентированная интерактивная среда. Форматы межпрограммных и кроссплатформенных обменов. CALS-технологии. Визуализация в управлении жизненным циклом изделия. Автоматизированные логистические системы. Особенности организации файловой системы проекта, содержащего составное изделие. Степени свободы составных частей в изделии. Применение связей и зависимостей. Динамические зависимости. Создание уровня детализации. Создание детали в контексте сборки. Редактирование деталей путем непосредственной манипуляции.</p>
4	<p>Методы программирования в создании параметрических моделей (9)</p>	<p>Протокол системы автоматизированного моделирования, ассоциативность модели, управление связями, адаптивная технология. Параметры геометрии твердотельной модели. Редактирование параметров. Математические уравнения, связи и зависимости между параметрами. Интерфейс прикладного программирования (API), спецификация иерархии объектов, их свойств и методов. Диаграмма объектной модели. Ввод текста VBA программы. Синтаксис API. Вспомогательная геометрия: точки, поверхности, тела, кривые, векторы, матрицы преобразований. Взаимодействие с пользователем. Внешние обращения к функционалу API. Мастера проектирования в стандартных инженерных расчётах. Системы предварительных инженерных расчётов. Оперативное редактирование параметров и принятие решений</p>
5	<p>Визуализация расчёта инженерных свойств и геометрических методов решения задач (6)</p>	<p>Метод конечных элементов. Область применения МКЭ. Основная концепция МКЭ. Разбиение расчётной области на конечные элементы. Визуализация результатов расчёта и моделирования МКЭ. Примеры визуализации расчёта распределения тепловых полей в узлах радиоэлектронной техники. Примеры визуализации прочностного расчёта и нахождения «опасного сечения» в конструкции. Примеры систем моделирования CAE в механике, теплотехнике, радиоэлектронике. Геометрические абстракции в физике, системах информационных коммуникаций, в статистике. Геометрические (графические) методы решения инженерных задач. Возможности 3-D моделирования в применении геометрических методов. Статические и кинематические методы решения геометрических задач.</p>
6	<p>Проецирование 3-D модели на плоскость (8, 12)</p>	<p>Преобразование 3-D модели в плоское изображение методами прямоугольного параллельного проецирования. Создание чертежа согласно требованиям ЕСКД. Создание изометрических проекций изделий. Экспорт изображений в растровый и векторный форматы. Материалы и представления. Текстуры. Цвет. Стили для визуализации и анимации. Локальные и глобальные стили. Стили освещения и виртуальные источники света. Локальные источники света. Рендеринг. Факторы, влияющие на время визуализации. Композиция в графическом дизайне. Законы взаимодействия объектов, информационная архитектура. Визуальная иерархия в веб-дизайне. Влияние пустого пространства на восприятие элементов. Цветовая гармония. Теория цвета, контрасты, цветовые схемы. Введение в понятие адаптивного дизайна. Принципы построения прототипов для мобильных устройств.</p>

		Инструменты адаптивного прототипирования. Подготовка адаптивного макета для frontend-разработки.
7	Фрактальная геометрия (10)	Введение во фрактальную геометрию природы. Самоподобные и самоафинные структуры. Методики фрактального графического анализа в инженерно-технических и научных расчётах. Методы фрактального построения изображений, фрактального сжатия и хранения графической информации.
8	Прототипирование и анимация 3-D объектов (11, 13)	Прототипирование, как этап разработки конструкций. Процесс создания прототипа. Виды прототипов. Быстрое прототипирование. Стереолитография, моделирование методом наплавления, лазерное спекание порошков, фаббер технология, трёхмерные принтеры. Области применения быстрого прототипирования. Достоинства и недостатки метода. Команды визуализации и анимации. Временная шкала анимации. Типы создаваемой анимации. Создание неподвижных и анимированных изображений деталей. Анимация компонентов. Анимация траектории камеры. Создание видео презентаций с использованием одной или нескольких камер. Создание и сохранение нескольких анимаций в одном файле детали.

## 8. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п.п.	Название темы	Содержание
1	Создание и редактирование 2-D эскиза	Создание инструментальной палитры создания плоского изображения (эскиза), как неотъемлемого этапа создания любой твердотельной модели
2	Работа с конструктивными элементами (примитивами)	Создание 3-D моделей простейших геометрических тел методами выдавливания и вращения плоского замкнутого контура
3	Визуализация решения задач начертательной геометрии.	Создание моделей пар геометрических тел с целью 3-D визуализации линии их пересечения. Решение данной задачи методами твердотельного моделирования (Autodesk Inventor) и аналитической геометрии (MathLab)
4	Создание твердотельных моделей сложных геометрических форм	Создание твердотельных моделей изделий бытового и технического назначения (корпуса мобильных телефонов, эргономичные сидения кресел, посуда)
5	Экспорт векторной графики и массивов данных в 3-D модель	Экспорт векторных рисунков их Corel Draw, Illustrstor, AutoCAD для использования их в качестве 2-D эскизов в среде твердотельного моделирования. Нанесение рисунка на поверхность изделия гравировкой
6	Связи и кинематические зависимости между телами	Создание составного изделия (узла, состоящего из нескольких деталей). Назначение связей между компонентами (диск вращается на оси, колёса катятся по рельсам)
7	Преобразование 3-D модели в чертёж	Ознакомления с технологиями преобразования 3-D моделей в плоские изображения методами прямоугольного проецирования
8	Создание параметрической модели геометрического тела	Ознакомление с принципами параметрического моделирования. Настройка параметрического ряда и математических зависимостей между геометрическими размерами элементов 3-D модели



9	Программирование параметрической модели	Базовые принципы использования интерфейса прикладного программирования (API). Анализ кода простейшей программы (создания 3-D модели геометрического примитива)
10	Работа с дизайн-студией, рендеринг	Настройка внешних источников освещения, сохранение модели в виде растрового рисунка высокого качества
11	Визуализация инженерных расчётов в Nastran	Программы, визуализирующие инженерные расчёты. Метод конечных элементов. Расчёт прочности изделия по его твердотельной модели
12	Создание модели составного изделия	Выполнение индивидуального проекта: создание параметрических 3-D моделей нескольких деталей, совмещение их в составное изделие, назначение динамических связей и зависимостей
13	Устройство и принцип работы 3-D принтера	Создание прототипа геометрического тела по ранее заданной 3-D модели на принтере Cubex

## 9. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№ темы по п.4	Наименование индивидуальной практической работы	Содержание	Обеспеченность (Перечень к. программ, наглядных пособий, мет. указаний, Тех. средств для выполнения работ п.10)
3	Создание параметрической модели геометрического тела	Ознакомление с принципами параметрического моделирования. Настройка параметрического ряда и математических зависимостей между геометрическими размерами элементов 3-D модели	1
4	Программирование параметрической модели	Базовые принципы использования интерфейса прикладного программирования (API). Анализ кода простейшей программы (создания 3-D модели геометрического примитива)	1
6	Работа с дизайн-студией, рендеринг	Настройка внешних источников освещения, сохранение модели в виде растрового рисунка высокого качества	1
8	Визуализация инженерных расчётов в Nastran	Программы, визуализирующие инженерные расчёты. Метод конечных элементов. Расчёт прочности изделия по его твердотельной модели	1

## 10. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

№ п/п	Название темы
1	Векторная графика
2	Твердотельное моделирование
3	Структура систем автоматического проектирования
4	Функции, характеристики и примеры CAE/CAD/CAM-систем
5	Моделирование корпуса электроинструмента
6	Моделирование изделий микросистемной техники: микробалка
7	Моделирование изделий микросистемной техники: мембрана

8	Моделирование робототехнических систем
9	Исследование фрактальных свойств наноструктуры поверхности вакуумного покрытия
10	Визуализация инженерных расчётов по курсу технической механики
11	Создание и визуализация параметрической модели узла вычислительной техники
12	3-D визуализация топографии поверхности по данным АСМ
13	Оценка точности модели изделия выполненного быстрым прототипированием на 3-D принтере.
14	Визуализация численных методов решения геометрических задач
15	Исследование фрактальных свойств наноструктуры поверхности вакуумного покрытия
16	Визуализация инженерных расчётов по курсу технической механики
17	Создание параметрической 3-D модели составного изделия
18	3-D визуализация топографии поверхности по данным АСМ
19	Оценка точности модели изделия выполненного быстрым прототипированием на 3-D принтере.
20	Визуализация численных методов решения геометрических задач
21	Моделирование шероховатой поверхности по данным 3-D профилометрии
22	Моделирование шероховатой поверхности по данным атомно-силовой микроскопии
23	Разработка алгоритма создания стереограммы по 3-D модели
24	Проектирование конструкции стереоскопа, основанного на принципе параллельного взгляда
25	Проектирование конструкции стереоскопа, основанного на методе зеркального разделения изображений (mirror split)
26	Разработка алгоритма сканирование трехмерных сцен методом триангуляции
27	Разработка интерактивной трёхмерной модели Солнечной системы
28	Создание трёхмерной визуализации механических напряжений в деформируемом твёрдом теле
29	Создание трёхмерной визуализации температурных полей в твёрдом теле
30	Разработка методики тестирования эффективности трекеров (датчиков) для обеспечения 3D-визуализации
31	Разработка тренажёра для лабораторных работ по курсу «Техническая механика»

## **11. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ДЕСЯТИБАЛЛЬНОЙ ШКАЛЕ**

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и отметки включает следующие критерии:

### **10 (десять) баллов, зачтено:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной, дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;

умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;

творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **9 (девять) баллов, зачтено:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **8 (восемь) баллов, зачтено:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**7 (семь) баллов, зачтено:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий) уровень культуры исполнения заданий.

**6 (шесть) баллов, зачтено:**

достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках, учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;

активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**5 (пять) баллов, зачтено:**

достаточные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**4 (четыре) балла, зачтено:**

достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им оценку;

работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

**3 (три) балла, не зачтено:**

недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;

слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины;

пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**2 (два) балла, не зачтено:**

фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок;

пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**1 (один) балл, не зачтено:**

отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного, стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины.

## 12. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ И ПОДГОТОВКИ УЧЕБНЫХ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

На очных занятиях обучающиеся будут изучать дисциплину непосредственно в компьютерном классе. При проведении занятий будет использоваться следующее программное обеспечение (ПО):

№	Наименование ПО	Системные требования к указанному ПО	№ темы из учебно-методической карты, для поддержки которой будет использоваться указанное ПО	С какой целью будет использоваться ПО
1.	Autodesk Inventor	Процессор: Pentium® III 700 МГц минимально ОЗУ: 384 Мб RAM или более рекомендуемый Видео: DirectX 9 32MB of VRAM минимально Звук: не нужен	2-8	Для моделирования и визуализации 3D-объектов

## 13. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Гузненков В.Н., Журбенко П.А., Винцулина Е.В. Autodesk Inventor 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей.: ДМК, 2016, 126 стр.
2. Аббасов И.Б. Основы трехмерного моделирования в графической системе 3ds Max 2018. Учебное пособие. : ДМК, 2017, 188 с.
3. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002, – 472 с.
4. Коичи Мацура, Роджео Ли. WebGL: программирование трёхмерной графики. / пер с англ. Киселёв А.Н. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 494 с.
5. Киселевский О.С. Твердотельное трёхмерное моделирование в Autodesk Inventor: учеб.-метод. пособие / О.С. Киселевский. – Минск: БГУИР, 2017. – 92.
6. Егоров В. В. Когнитивные технологии : учебное пособие [доп. МО РБ]. - Минск : БГУИР, 2017. – 240 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Dunn Fletcher. 3D math primer for graphics and game development / by Fletcher Dunn and Ian Parberry, 2002, 449 p.
2. С. Красноперов. Самоучитель Autodesk Inventor. Спб: БХВ-Петербург, 2008

3. Фураев Э.В. Компьютерные технологии в приборостроении : учеб. пособ. для студ. ВУЗов / Э.В. Фураев, Л.И. Фураева. – М: Изд. центр «Академия», 2009. – 336 с.

10 Ушаков Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций. – М: ДМК, 2011. – 208 с.