

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

Методы и средства научной визуализации

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	институт передовых информационных технологий
ОПОП	Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа
Квалификация	Бакалавр
Год начала подготовки	2023
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 з.е.

Виды контроля по семестрам:
зачет 6

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	6(3.2)		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	10	10	10	10
Практические	10	10	10	10
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	30	30	30	30
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	2	2	2	2
Практическая подготовка	0	0	0	0
Семинары	10	10	10	10
Консультации	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	118	118	118	118

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Мареев Владимир Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Методы и средства научной визуализации

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 808)

составлена на основании учебного плана:

Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа
утвержденного Учёным советом вуза от 29.09.2022 протокол № 11.

РПД утверждена Учёным советом университета
протокол от 29.9.2022 г. № 11

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является формирование у студентов современных представлений, знаний и практических навыков по методам, способам и алгоритмам научной визуализации численного моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
1.	Для изучения предмета необходимы базовые знания по аналитической геометрии, математическому анализу.
2.	Базы данных
3.	Введение в суперкомпьютерные вычисления
4.	Интернет вещей
5.	Наука о данных
6.	Учебная практика (проектно-технологическая)
7.	Алгоритмы и структуры данных
8.	Вариационное исчисление и методы оптимизации
9.	Дифференциальные уравнения
10.	Математический анализ: элементы функционального анализа
11.	Технологии искусственного интеллекта
12.	Численные методы
13.	Математический анализ: функции многих переменных и ряды Фурье
14.	Основы распределенных вычислений
15.	Системное программирование в Linux
16.	Современные методы программирования
17.	Теория функций комплексной переменной
18.	Функциональное программирование
19.	Математический анализ II
20.	Основы алгоритмов
21.	Архитектура вычислительных систем
22.	Математический анализ I
23.	Программирование в Linux
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
1.	Нейросетевые технологии
2.	Облачные и высокопроизводительные вычисления
3.	Проектирование баз данных для сложных информационных систем
4.	Вариационные задачи обработки изображений
5.	Основы научной коммуникации
6.	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (на английском языке)

3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-2: Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-2.1	Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности современные тенденции научной визуализации;
ОПК-2.2	Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность, проводить анализ результатов моделирования, принимать решение на основе полученных результатов.
ОПК-2.3	Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности владеет навыками применения математического аппарата для решения поставленных задач
ОПК-3: Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного	

программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	
ОПК-3.1	Составляет формализованные описания решений поставленных задач
умеет применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность, проводить анализ результатов моделирования, принимать решение на основе полученных результатов.	
ОПК-3.2	Разрабатывает алгоритм решения поставленной задачи в соответствии с требованиями технического задания
знает этапы построения моделей, критерии адекватности модели, способы анализа результатов моделирования, теорию принятия решений.	
ОПК-3.3	Создает программный код в соответствии с техническим заданием
имеет навык использования современных математических методов и современных прикладных программных средств.	
ОПК-3.4	Осуществляет анализ, проверку и отладку исходного программного кода
ПК-18: Способен к моделированию сложных нелинейных систем различной природы с отображением результатов на современные вычислительные комплексы	
ПК-18.1	Понимает современный математический аппарат
имеет навык применения математического аппарата для решения поставленных задач	
ПК-18.2	Выполняет задачи по моделированию сложных нелинейных систем различной природы с отображением результатов на современные вычислительные комплексы
ПК-3: Способен реализовывать концепции развития и использования технологий Больших данных и высокопроизводительных вычислений в рамках структур академической науки, экономической деятельности и государственного управления	
ПК-3.1	Знает направления развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; современных системных программных средств; операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ; тенденции развития функций и архитектур проблемно ориентированных программных систем и комплексов в профессиональной деятельности
современные тенденции научной визуализации;	
ПК-3.2	Умеет программировать для компьютеров с различной современной архитектурой
применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность, проводить анализ результатов моделирования, принимать решение на основе полученных результатов.	
ПК-3.3	Владеет практический опыт выбора архитектуры и комплексирования современных компьютеров, систем, комплексов и сетей системного администрирования
использования современных математических методов и современных прикладных программных средств.	
3.2 Результаты обучения по дисциплине:	
В результате освоения дисциплины обучающийся должен:	
	Знать:
3.1	современные тенденции научной визуализации;
3.2	этапы построения моделей, критерии адекватности модели, способы анализа результатов моделирования, теорию принятия решений.
	Уметь:
У.1	осваивать современные технологии программирования, предназначенные для научной визуализации.
У.2	применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность, проводить анализ результатов моделирования, принимать решение на основе полученных результатов.
	Владеть:
В.1	использования современных математических методов и современных прикладных программных средств.
В.2	применять математический аппарат для решения поставленных задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
	Трёхмерная компьютерная графика				

1.1	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти.
1.2	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти.
1.3	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти.
1.4	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Основные понятия трёхмерной графики. Пространственное моделирование. Способы закраски поверхностей. Организация экранной памяти.
	Восприятие изображения				
2.1	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете.
2.2	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете.
2.3	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете.
2.4	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Свойства восприятия. Природа иллюзий. Шрифт. Шрифт в интернете.
	Основы двумерной визуализации в пакете Matlab				
3.1	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков.
3.2	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков.

3.3	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков.
3.4	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Построение графиков отрезками прямых. Деловая графика. Символические функции. Текстовое оформление графиков.
	Основы трёхмерной визуализации в пакете Matlab				
4.1	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности.
4.2	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности.
4.3	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности.
4.4	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Объекты дескрипторной графики. Указатели на объекты. Выбор алгоритма визуализации. Полигональные тела. Прозрачные поверхности. Параметрические поверхности.
	Создание приложений для визуализации в пакете gnuplot				
5.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков.
5.2	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков.
5.3	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков.

5.4	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Основы построения 2D и 3D графиков.
	Основы работы в пакете Blender.				
6.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата. /Лек/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата.
6.2	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата. /Сем зан/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата.
6.3	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата.
6.4	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата. /Ср/	6	9	Л1.1Л2.1	Главное окно программы. Основы навигации. Режимы работы. Изменение объектов. Создание объектов. Редактирование объектов. Модификаторы. Сохранение результата.
	Основы работы в пакете ParaView.				
7.1	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации. /Лек/	6	2	Л1.1Л2.1	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации.
7.2	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации.

7.3	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации. /Сем зан/	6	2	Л1.1Л2.1	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации.
7.4	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации. /Ср/	6	11	Л1.1Л2.1	Визуализация расчётных сеток. Визуализация полей. Построение сечений Построение изоповерхностей. Визуализация векторных полей и линий тока. Создание анимации.
	Основы работы в пакете UltraFractal.				
8.1	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета /Лек/	6	2	Л1.1Л2.1	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета
8.2	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета /Сем зан/	6	2	Л1.1Л2.1	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета
8.3	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета
8.4	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета /Ср/	6	11	Л1.1Л2.1	Понятие фрактальной графики. Основы интерфейса. Принцип создания фрактальных изображений на основе формул. Настройка цвета

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Список тем докладов:

Технология CUDA

Центральные процессоры. Графические процессоры, их особенности. Параллельные вычисления. Что такое CUDA. Графические процессоры, поддерживающие архитектуру CUDA. Иерархия памяти. Средства разработки. Основы CUDA C. CUDA C на нескольких процессорах GPU. Инструментальные средства CUDA. CUDA matlab. Области применения технологии CUDA. Примеры применения технологии.

Создание стереоизображений

Стереоизображение и стереоэффект. Методы создания трёхмерных изображений. Дополнительные устройства для создания объёмного изображения. «Истинная» стереоскопия. Псевдостереоскопия. Автостереограмма. Лентикулярная фотография. Анаглиф. Трёхмерные дисплеи. Необходимость использования. Недостатки методов. Современные тенденции создания 3D изображений. Выводы.

Методы медицинской визуализации

Возможности применения визуализации в медицине. Виртуальная и дополненная реальность в медицине (практическое применение и в обучении). Методы и алгоритмы медицинской визуализации (рентгенологические, магнитно-резонансные,

радионуклидные, оптические, ультразвуковые, эндоскопические). Компьютерно-оптическая топография. Визуализация объёма в медицине. Аппаратное обеспечение. Medipix. Выводы.

Визуализация в Интернете

Подходы в реализации визуализации. Методы визуализации (Mindmap, Displaying connections, Treemaps...). Технологии реализации двумерной и трёхмерной графики в сети интернет. Визуализация данных с помощью HTML, CSS, JavaScript. Визуализация данных с помощью Flash/Silverlight/Java app. Визуализация данных на стороне сервера. Сервисы Интернета. Преимущества и недостатки перечисленных подходов. Программные решения. Языки программирования, используемые для реализации графики в сети интернет (WMRL, WebGL, ...) Продукты компаний. Примеры проектов в рамках 3D интернета. Выводы о путях и тенденциях развития визуализации в интернете. Проблемы, потенциал развития.

Методы визуализации в компьютерных играх

Определение компьютерных игр. Первые компьютерные игры. Первые аркадные автоматы. Создание для этого необходимой аппаратной базы. Настоящее состояние дел. Деление игр по жанрам в играх. Этапы создания игр (в частности, моделирование, текстурирование, оснастка (создание скелета), анимация, 3D визуализация, композитинг). Методы и алгоритмы (основные) для создания компьютерных игр. Движки визуализации (примеры для игр), их архитектура. Аппаратное обеспечение для игр. Примеры игр. Применение компьютерных игр (обучение, тренажёры и т.п.). Выводы о тенденциях развития компьютерных игр.

Применение нейронных сетей при распознавании изображений

Определение нейронной сети. Необходимые теоретические сведения о нейронных сетях (НС). История нейросетей. Методы обучения. Распознавание образов человеком. Основные направления применения НС в синтезе и распознавании изображений. Архитектура НС. Свёрточная нейронная сеть. Сети AlexNet, ZF Net, VGG Net, GoogleNet, Microsoft ResNet, Region Based CNNs. Альтернативные методы распознавания изображений. Примеры использования. Нейронные сети и искусственный интеллект (является ли ИИ интеллектом?). Перспективы развития нейросетей в распознавании изображений. Выводы.

Методы и средства визуального анализа для графов и деревьев

Основные понятия. Отображения графов. Способы визуализации графов. Выбор инструментальных средств (D3.js, JavaScript InfoVis Toolkit, Arbor.js, CytoScape Web). Языки и средства визуализации графов. Графовые модели. Преимущества представления сложных структур и процессов графами. Визуализация многопараметрических функций с помощью графов. Примеры. Выводы.

3D печать

3D-принтеры: краткая история, технологии. Примеры изделий. Мифы о возможностях 3D печати. Основные технологии 3D печати (лазерная стереолитография, метод наплавления, робокастинг и т.д.). Модели для принтеров. Математические аспекты, ПО, форматы. 3D-принтеры в науке и инженерии, медицине (примеры). Выращивание органов и биопечать. Перспективы 3D-печати, выводы.

Удалённая визуализация

Технология удалённой визуализации. Механизм работы удалённой визуализации. Расположение данных и системы рендеринга. Классификация систем удалённой визуализации. Обзор существующих решений. Пример удалённой визуализации в Арагонской национальной лаборатории. Протоколы удалённого управления. Платформы и сервисы удалённой визуализации. Сервисы, не зависящие от приложений. Перспективные архитектуры. Коммуникационные библиотеки для визуализации. Специализированные коммуникационные протоколы. Сервисы совместной работы. Выводы.

Инфографика в науке

Определение инфографики. Области использования. Преимущества инфографики. Примеры. Интернет сервисы. Недостатки инфографики. Некоторые приёмы создания инфографики. Инфографика в науке. Выводы.

Визуализация математических абстракций

Сложность визуализации математических (прежде всего многопараметрических) объектов. Необходимость их визуализации. Визуализация с помощью математических пакетов. Технологии визуализации. В качестве примеров можно рассмотреть: простые числа; комплексные числа: гиперкуб, теория струн (многообразие Калаби — Яу).

5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачёту:

1. Определение визуализации и компьютерной графики. Основные направления компьютерной визуализации.
2. Особенности визуализации двумерных научных данных.
3. Основные понятия трёхмерной графики.
4. Геометрические примитивы. Примитивы пакета OpenGL.
5. Странные аттракторы. Хаос
6. Многомерная визуализация. Особенности визуализации многомерного объекта.
7. Проблема искажения. Топологическая неэквивалентность.
8. Типичные проблемы, возникающие при разработке систем многомерной визуализации.
9. Основы работы в пакете gnuplot.
10. Основы работы в пакете Blender.
11. Основы работы в пакете ParaView.
12. Основы работы в пакете UltraFractal.
13. Основные приёмы визуализации в пакете Matlab.

5.3. Перечень видов оценочных средств

Лекция, самостоятельные работы, практические и семинарские занятия.

5.4. Процедура применения оценочных материалов

Показателями, характеризующими текущую учебную работу слушателей, являются: активность посещения занятий и работы на занятиях; оценка докладов и домашних заданий.

Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей работы слушателей, и методов измерения знаний, которые используются при контроле освоения учебного материала дисциплины слушателями.

Для получения зачёта необходимо выполнить все домашние задания и выступить с докладом в аудитории. Выполнение домашнего задания состоит в визуализации кривых и поверхностей в пакетах gnuplot, ParaView, UltraFractal, Blender. Все результаты и выкладки должны быть даны в развёрнутом виде, ясны, кратки и понятны. Должны быть приведены определения изучаемых характеристик и используемых понятий. Необходимо представить действующую программу вместе с текстом и результаты расчётов в графической форме с соответствующими пояснениями.

Работу необходимо оформить в виде руководства по созданию поверхностей и кривых в среде gnuplot, ParaView, UltraFractal, Blender с подробным, пошаговым объяснением и использованием «скриншотов».

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Объём выполненных практических работ	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
Выполнены все практические задания на отличном уровне, качественно подготовлен и сделан доклад, активное участие в дискуссиях на занятиях, посещение более 75%	A	зачтено
Выполнены все практические задания на хорошем уровне, подготовлен и сделан доклад, активное участие в дискуссиях на занятиях, посещение более 75%	B	
Выполнены все практические задания, подготовлен и сделан доклад с исправлениями и замечаниями от преподавателя, посещение 50-75%	C	
Выполнены все практические задания на среднем уровне, подготовлен и сделан доклад с исправлениями на и замечаниями, посещение занятий более 50%	D	
Выполнены все практические задания, доклад сделан небрежно и неполно с существенными замечаниями, оформлен неряшливо, посещение занятий менее 50%	E	
Практические работы не выполнены, посещение занятий менее 33%	F	не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.1	Надеждин Е. Н., Смирнова Е. Е.	Методы исследования операций: основы теории и практики: учебное пособие	Тула: Изд-во ТПУ им. Л. Н. Толстого, 2018	https://e.lanbook.com/book/113618
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л2.1	Федосеев В. В., Тармаш А. Н., Орлова И. В., Половников В. А., Федосеев В. В.	Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие	Москва : Юнити-Дана, 2015	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114535
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ			
Э2	Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ			
Э3	Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ			
Э4	Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ			
6.3. Информационные технологии				
6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
1.	Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian. Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.			
2.	Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian. Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.			
3.	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.			
4.	Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009			
5.	Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition. Лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.			
6.	Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.			

7.	Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензия № 13С8-190514-084943-783-1256 от 15.05.2019
8.	Браузеры Google Chrome, Mozilla, Opera. Свободно распространяемое ПО
9.	Текстовый редактор NotePad++. Свободно распространяемое ПО
10.	Файловый архиватор 7z. Свободно распространяемое ПО
11.	Инструмент для очистки и оптимизации операционных систем Microsoft Windows С Cleaner. Свободно распространяемое ПО
12.	Программа просмотра файлов формата RPD Adobe Acrobat Reader DC. Свободно распространяемое ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

1.	Базы данных издательства Springer (https://link.springer.com)
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных (http://webofscience.com)
3.	Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (http://www.ict.edu.ru)
4.	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (http://fgosvo.ru)
5.	Компьютерная информационно-правовая система «Гарант»

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
2-15	Компьютерный класс	компьютеры, рулонный экран, стол преподавателя, столы компьютерные, переносной проектор	
2-16	Компьютерный класс	интерактивная доска, компьютеры, маркерная доска, принтер, сканер, стол преподавателя, столы учебные	
4-303	Помещение для самостоятельной работы	аудиоколонки, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, компьютерная техника с возможностью подключения сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	
4-305	Компьютерный класс	аудиоколонки для проектора и интерактивной доски, аудиоколонки учебные, интерактивная доска, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, проектор, столы компьютерные, столы учебные	
4-306	Компьютерный класс	аудиоколонки для проектора и интерактивной доски, интерактивная доска, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, проектор, столы компьютерные, столы учебные	
4-307	Компьютерный класс	аудиоколонки, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, телевизор	
4-318	Компьютерный класс	компьютеры, маркерная доска, серверная стойка лаборатории МТС, стол преподавателя, столы компьютерные, столы учебный большой	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приступая к изучению учебной дисциплины, студенту полезно ознакомиться с тематическим планом и содержанием данной программы, перечнем литературы для самостоятельного изучения. Наличие у студента представления о структуре курса и умения пользоваться источниками литературы является необходимым условием успешной сдачи зачета. Изучение учебного предмета осуществляется в процессе работы на лекциях, активного участия в семинарских занятиях, систематической самостоятельной работы с учебной и научной литературой, написанием рефератов и выполнением заданий для самостоятельной работы.