

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физическое моделирование с помощью среды Matlab
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра информатики и вычислительной математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 120 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 4

Программу составил: С.Н. Жабин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики 06.02.2020

Аннотация

Данный курс направлен на формирование навыков работы с разнообразными численными данными с помощью инструментов MATLAB. При решении прикладных задач самого разного типа очень часто возникает потребность в оперировании большими массивами численных данных которые имеют тот или иной смысл в рамках поставленной проблемы. Умение и способность анализировать такие данные, выявлять из них наиболее информативную часть безусловно полезны для любого исследователя. В основу курса легли разделы и задачи из области вычислительной линейной алгебры. Помимо самой обработки данных, курс также знакомит с методами и возможностями среды MATLAB по сбору и обмену данными с внешним оборудованием.

Курс представляется полезным для студентов, планирующих в будущем заниматься деятельностью, связанной со сбором и обработкой экспериментальных данных, а также построением экспериментальных установок со сложным сценарием проведения измерений.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Формирование навыков обработки данных и моделирования физических систем с помощью современных вычислительных инструментов (MATLAB) для дальнейшего использования в прикладных областях научной и инженерной деятельности; формирование информационной культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины

- Формирование у обучающихся базовых знаний по основам численного моделирования;
- формирование навыков использования высокопроизводительных современных расчётных инструментов на примере среды MATLAB;
- формирование информационной культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения задач теоретического и экспериментального характера, самостоятельного анализа полученных результатов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности

программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Принципы устройства языка MATLAB;
- используемые приёмы и методы написания программ в среде MATLAB.

уметь:

- выбирать оптимальные алгоритмы для решения задач физического моделирования;
- разрабатывать полные законченные программы в среде MATLAB;
- разрабатывать программы в среде MATLAB как индивидуально, так и в команде;
- применять функциональный, традиционный и шаблонный подходы для написания программ;
- использовать знания по информатике для приложения в научно-инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности.

владеть:

- языком программирования средой разработки MATLAB;
- методами решения вычислительных задач с использованием подключаемых пакетов;
- инструментами сбора данных, предоставляемыми средой MATLAB;
- методами обработки экспериментальных данных и их способами их визуального представления;
- навыком самостоятельного изучения любых новых для себя областей применения MATLAB на основе знаний о принципах его устройства.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Знакомство со средой MATLAB			4	8
2	Алгоритмы линейной алгебры			8	12
3	Оптимизационные задачи (МНК, CG, нелинейная оптимизация)			8	12
4	Дискретизация непрерывных задач			8	12
5	Уравнения в частных производных			8	12
6	Обработка экспериментальных данных			8	12
7	Использование MATLAB для сбора данных и управления оборудованием			8	12
8	Проект			8	40
Итого часов				60	120
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Знакомство со средой MATLAB

Интерфейс программной среды MATLAB. Командная строка. Типы данных. MATLAB-скрипты и MATLAB-функции. Области видимости переменных. Вектора, матрицы, разреженные матрицы, многомерные массивы, операции над ними. Визуализация данных: графики, линии и поверхности постоянного уровня, векторные поля, гистограммы, элементы анимации.

2. Алгоритмы линейной алгебры

проблема представления вещественных чисел в памяти машины. Приближение вычислений в арифметике с плавающей точкой. Основные задачи линейной алгебры: Методы решения систем линейных алгебраических уравнений, задач на собственные значения и задачи о сингулярном разложении матрицы. QR-разложение и проблема поиска корней полиномов высоких степеней. Прямые и итерационные методы для задач линейной алгебры. Число обусловленности матрицы.

3. Оптимизационные задачи (МНК, CG, нелинейная оптимизация)

Представление об оптимизационных задачах и методы их решения. Метод наименьших квадратов, метод сопряженных градиентов, методы Ньютона для нелинейных задач.

4. Дискретизация непрерывных задач

Формирование алгебраической задачи из заданной непрерывной интегро-дифференциальной задачи. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Проецирование задачи в заданный функциональный базис. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Интерполяция и сплайны, B-сплайны.

5. Уравнения в частных производных

Дискретизация частных производных на регулярных сетках. Проблема задания граничных условий. Работа с разреженными матрицами. Адаптивная триангуляция двумерных задач и метод конечных элементов. Формирование матриц дифференциальных операторов для функций, заданных на триангуляционных сетках. Визуализация расчётов на триангуляционных сетках.

6. Обработка экспериментальных данных

Применение оптимизационных методов к задаче о наименьших квадратах в контексте аппроксимации экспериментальных данных заданной функциональной зависимостью. Вычисление погрешностей найденных параметров аппроксимирующей функции, учёт погрешности входных данных. Реализация критериев хи-квадрат, Колмогорова-Смирнова. Элементы обработки сигналов и изображений. Пороговая, пространственная и частотная фильтрации.

7. Использование MATLAB для сбора данных и управления оборудованием

Знакомство с возможностями MATLAB в области автоматизированного сбора данных и управления экспериментальным оборудованием. Аппаратные и логические интерфейсы используемые при подключении оборудования к компьютеру. Скорость сбора и передачи данных. Особенности цифровой регистрации данных. Теорема Котельникова.

8. Проект

Решение учащимися творческой задачи расчётного характера с применением методов, освоенных в рамках курса.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютерный класс с доской, проектором или телевизором, подключенным к сети.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. MATLAB [Текст] / В. П. Дьяконов - М. ДМК Пресс, 2014

Дополнительная литература

1. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Дж. Кепнер ; науч. ред. Д. В. Дубров .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 2013 .— 296 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://mathworks.com>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию экрана, и лицензированный продукт MATLAB.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся используют продукт MATLAB.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучающийся курсу должен освоить методы работы с численными данными, научиться формировать численные задач моделирующие физические ситуации, освоить методы решения таких задач, применять полученные знания на практике.

Освоение курса не сводится только к посещению занятий. Основой успешного прохождения курса является самостоятельная работа обучающегося, которая включает в себя:

- выполнение еженедельных домашних заданий;
- проработку примеров программ с занятий;
- изучение дополнительных материалов по монографиям, статьям и справочникам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра информатики и вычислительной математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: С.Н. Жабин, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента

ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физическое моделирование с помощью среды Matlab» обучающийся должен:

знать:

- Принципы устройства языка MATLAB;
- используемые приёмы и методы написания программ в среде MATLAB.

уметь:

- выбирать оптимальные алгоритмы для решения задач физического моделирования;
- разрабатывать полные законченные программы в среде MATLAB;
- разрабатывать программы в среде MATLAB как индивидуально, так и в команде;
- применять функциональный, традиционный и шаблонный подходы для написания программ;
- использовать знания по информатике для приложения в научно-инновационной, конструкторско-технологической и производственно-технологической сферах деятельности.

владеть:

- языком программирования средой разработки MATLAB;
- методами решения вычислительных задач с использованием подключаемых пакетов;
- инструментами сбора данных, предоставляемыми средой MATLAB;
- методами обработки экспериментальных данных и их способами их визуального представления;
- навыком самостоятельного изучения любых новых для себя областей применения MATLAB на основе знаний о принципах его устройства.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Типовые контрольные задания для текущего контроля:

1. Реализовать алгоритм вычисления 2-нормы вектора, не приводящий к выходу за рамки нормализованной области чисел в их машинном представлении.
2. В Matlab`е заданы матрица A с размером (n x n) и матрица b с размером (n x 1), что означают записи: A\b, b/A и A/b? В чём отличие A\b и inv(A)*b?
3. Написать программу определения матрицы связности для графа заданного в виде набора {Pn,Qn} пар связанных узлов. Pn,Qn – номера связанных узлов
4. Написать программу, визуализирующую волновую функцию электрона атома водорода в состоянии заданном квантовыми числами (n,l,m)
5. Реализовать фурье-фильтрацию вектора с помощью быстрого дискретного преобразования Фурье
6. Написать программу определяющую тензор инерции твёрдого тела с распределением плотности заданным на трехмерной сетке. Найти главные оси и значения главных моментов инерции

7. Объяснить алгоритм поиска корней полинома n -ой степени с использованием QR-разложения сопровождающей матрицы. Какие преимущества имеет этот способ поиска корней?
8. С помощью инструмента PDE-tool решить 2D о направляемых модах электромагнитного поля в металлическом волноводе эллиптического сечения.
9. Реализовать алгоритм интерполяции гладкой функции, заданной на сетке с использованием полиномов Чебышева.
10. Написать программу аппроксимации экспериментальных данных с помощью функции известного вида. Для каждой точки зависимости заданы погрешности данных. Программа должна вычислять значения оптимизирующих параметров и оценку их погрешностей.
11. Написать программу вычисления колебаний в цепи с нелинейной ВАХ N -образного типа. (например, туннельный диод) Определить параметры, приводящие к режиму детерминированного хаоса.
12. Написать программу решения одномерного уравнения Шредингера с использованием базисного набора функций гармонического осциллятора.
13. Составить алгоритм решения задачи об изоморфности графов матрица смежности, которых не имеет кратных собственных чисел.
14. Написать программу сжатия изображения с использованием SVD-разложения.
15. Реализовать программу прослушивания COM – порта и отправления данных через этого порт.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физическое моделирование с помощью среды Matlab» осуществляется в форме дифференцированного учёта.

1. Общие принципы работы MATLAB.
 - 1.1. Интерфейс среды разработки программ MATLAB.
 - 1.2. Представление чисел с плавающей точкой.
 - 1.3. Строки, вектора и матрицы.
 - 1.4. Разреженные матрицы.
 - 1.5. Возможности символьных вычислений.
 - 1.6. Спецфункции
2. Алгоритмы линейной алгебры.
 - 2.1. Разложения матриц
 1. разложение Холецкого
 2. QR-разложение
 - 2.2. Алгоритмы решения СЛАУ
 1. прямые методы
 2. итерационные методы
 - 2.3. Алгоритмы решения задачи на собственные значения матриц
 1. Полная задача на собственные значения
 1. Вращения Якоби
 2. Неявная QR-итерация
 3. Алгоритм «Разделяй и властвуй» для трёхдиагональных матриц
 2. Частичная задача на собственные значения
 1. метод простых итераций
 2. метод обратных итераций
 3. методы крыловского подпространства
 - 2.4. SVD – разложение матриц
 - 2.5. Дискретное преобразование Фурье
3. Оптимизационные задачи.
 - 3.1. Метод наименьших квадратов
 - 3.2. Градиентный спуск и метод сопряжённых градиентов
4. Дискретизация непрерывных задач.
 - 4.1. Сеточные представления функций, дифференциальных и интегральных операторов.

- 4.2. Решения ОДУ с начальными условиями
- 4.3. Решения ОДУ с граничными условиями
- 4.4. В-сплайны.
- 4.5. Проецирование интегро-дифференциальных задач в пространство набора ортогональных функций
- 5. Уравнения в частных производных
 - 5.1. Задачи на регулярных сетках
 - 5.2. Задачи на триангулированных областях
 - 5.3. PDE-tool
- 6. Обработка экспериментальных данных
 - 6.1. Аппроксимация табличных данных с помощью заданной функциональной зависимости.
 - 6.2. Оценка погрешностей параметров аппроксимации.
- 7. Сбор данных и управление оборудованием
 - 7.1. Чтение и запись файлов
 - 7.2. Использование портов для обмена данными с внешними устройствами

Критерии оценивания

- 10 - Выставляется студенту, успешно защитившему все необходимые проекты, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, своевременно и грамотно выполнившему все домашние задания
- 9 - Выставляется студенту, успешно защитившему подавляющее большинство проектов, показавшему глубокие знания учебной программы дисциплины, своевременно и грамотно выполнившему все домашние задания.
- 8 - Выставляется студенту, успешно защитившему проекты, показавшему хорошие знания учебной программы дисциплины, выполнившему домашние задания.
- 7 - Выставляется студенту, защитившему проекты, если он твердо знает материал и по существу излагает его, грамотно и своевременно выполнил большую часть домашних заданий.
- 6 - Выставляется студенту, защитившему проекты, если он твердо знает материал и по существу излагает его, грамотно выполнил большую часть домашних заданий.
- 5 - Выставляется студенту, защитившему проекты, если он твердо знает материал и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, выполнил большую часть домашних заданий, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.
- 4 - Выставляется студенту, не защитившему проекты, если он даёт правильные формулировки базовых понятий и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
- 3 - Выставляется студенту, не защитившему проекты, если он даёт недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
- 2 - Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.
- 1 - Выставляется студенту, который не способен сформулировать основные понятия дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости и сдачи домашних заданий, предусмотренных программой дисциплины, путем организации специального опроса, проводимого в устной или письменной форме. Защита одного или нескольких проектов в зависимости от сложности происходит индивидуально в течение семестра.