

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Система Wolfram Mathematica
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра информатики и вычислительной математики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	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: А.С. Казанцев, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики 06.02.2020

## Аннотация

В рамках данного курса студенты освоят программный пакет Wolfram Mathematica и научатся применять его в теоретической физике, экспериментальных науках, а также в других самых разных областях знания. Wolfram Language — универсальный язык программирования. С его помощью можно не только решать уравнения и строить графики, но даже создавать нейронные сети и обрабатывать изображения, а также многое другое. Всё это оказывается не таким уж сложным при надлежащем уровне владения предметом.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Формирование базовых знаний по устройству языка Wolfram Language и применению базирующейся на нём системы Wolfram Mathematica в естественно-научных и иных практических задачах.

#### Задачи дисциплины

- Формирование у обучающихся базовых знаний по структуре и принципам работы языка программирования Wolfram Language;
- формирование навыков работы с системой Wolfram Mathematica;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

### 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 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

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Принципы устройства языка Wolfram Language;
- используемые приёмы и методы написания программ с помощью пакета Wolfram Mathematica.

уметь:

- Выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы в системе Wolfram Mathematica;
- разрабатывать программы в системе Wolfram Mathematica 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 Wolfram Language и методами создания программ с использованием подключаемых пакетов;
  - программой Wolfram Mathematica;
- навыком самостоятельного изучения любых новых для себя областей применения языка Wolfram Language 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	Устройство Wolfram Language			10	20
2	Решение элементарных задач в Wolfram Mathematica			12	24
3	Работа с символьными выражениями			12	24
4	Обработка экспериментальных данных			6	12
5	Комплексный подход в решении сложных задач			20	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. Устройство Wolfram Language

Интерфейс Wolfram Mathematica. Основополагающая роль Документации Wolfram в изучении Wolfram Language. Широта возможностей Wolfram Mathematica. Понятие выражения. «Всё есть выражение.» Виды выражений. Голова выражения как тип выражения в традиционном понимании. Аргументы сложного выражения. Символы. Системные и пользовательские символы. Основные системные символы. Полная и краткая запись выражения. Общий алгоритм вычисления выражений. Изменение порядка вычисления. Атрибуты символов. Понятие шаблона. Соответствие выражения шаблону. Точные и универсальные шаблоны. Спецификации универсальных шаблонов. Шаблонные конструкции. Спецификации шаблонных конструкций. Полный и краткий вид шаблонов. Шаблонные правила замены. Обычные и отложенные правила замены. Трансформация выражения на основе применения правил замены.

Переменные и функции как ядерные правила замены. Вычисление выражений как применение ядерных правил замены. Задание переменных и функций через присваивание. Обычные и отложенные присваивания. Перегрузка функции как задание нескольких различных шаблонов. Кэширование.

###### 2. Решение элементарных задач в Wolfram Mathematica

Лист – выражение с головой List. Создание листов (Table, Range, Array, ConstantArray). Методы работы с элементами листа. Применимость методов к другим типам выражений. Традиционные циклы (For, While). Поэлементное применение функций (функция Map). Замена головы выражения (функция Apply). Атрибут Listable. Неэффективность традиционных циклов без использования специальных средств языка типа Compile. Возможности ускорения программ, использующих поэлементное применение функций.

Работа с файловой системой. Импорт и экспорт выражений. Универсальность функций Import и Export.

Чистая функция – выражение с головой Function. Атрибуты чистой функции. Выбор элементов выражения с помощью шаблонов или чистых функций. Ассоциации как функции.

Замена всех подходящих подвыражений по шаблону. Локализация символов. Функции With, Block, Module. Различия в принципах работы и времени выполнения. Выбор функции локализации в зависимости от особенностей задачи. Локальное переопределение системных символов-параметров.

### 3. Работа с символьными выражениями

Решение линейных и нелинейных уравнений в символьном виде. Решение дифференциальных и иных функциональных уравнений. Построение графиков функций, в т. ч. параметрических. Упрощение выражений. Группа системных символов Assumptions. Вычисление пределов, сумм и интегралов, в т. ч. с бесконечным пределом. Операции над символьными выражениями: раскрытие скобок, сворачивание, приведение к общему знаменателю, работа с комплексными числами.

Разложение выражений по формуле Тейлора. Асимптотические вычисления на примере вычисления интеграла с малым параметром.

### 4. Обработка экспериментальных данных

Импорт данных в сложных случаях.

Построение графиков по набору точек, в т. ч. комплексных. Аппроксимация набора точек. Работа с погрешностями.

Базы данных (функция Database). Создание базы данных, запросы к ней.

### 5. Комплексный подход в решении сложных задач

Связь Wolfram Language с внешними программами и компиляторами других языков программирования на примере Python и командной строки Linux. Запуск скриптов Wolfram Language из командной строки.

«Не изобретайте велосипед.» Подключение специализированных пакетов Wolfram Language. Графические объекты. Интерактивные вычисления. Функции Manipulate, Dynamic, DynamicModule. Интерактивные вычисления как начало решения сложной задачи. Визуализация полученных результатов.

Решение дифференциальных уравнений с изменяющимися в процессе решения функциями: NDSolve и WhenEvent. Функции Wolfram Language как «чёрные ящики». Поиск траектории движения скачущего шарика на неровной поверхности. Принцип «разделяй и властвуй».

Поиск всех нулей функции на промежутке с помощью символов решения дифференциальных уравнений с изменяющимися функциями.

Методы ускорения работы программы. Параллельные вычисления. Использование различия Set/SetDelayed для ускорения кода.

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

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

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Грокаем алгоритмы [Текст], иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих /А. Бхаргава, Grokking Algorithms. -СПб., Питер, 2018

Иванов, О. А. Дискретная математика и программирование в Wolfram Mathematica : учебное пособие / О. А. Иванов, Г. М. Фридман. - СПб. : Питер, 2019. - (Учебник для вузов). - Электрон. версия печ. публикации

#### Дополнительная литература

1. Алгоритмы. Руководство по разработке [Текст]. [учеб. пособие для вузов] /С. Скиена ; [пер. с англ. С. Таранушенко], The Algorithm, esign Manual. -СПб., БХВ-Петербург, 2018

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

1. <https://reference.wolfram.com/language/> — онлайн версия Документации Wolfram, рекомендуется при временном отсутствии Wolfram Mathematica.
2. <https://mathematica.stackexchange.com/> — сообщество разработчиков на Wolfram Mathematica, здесь разобрано множество сложных ошибок и вопросов.

### **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 Wolfram Mathematica.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся используют продукт Wolfram Mathematica, лицензия к которому выдаётся им как минимум на период прохождения курса.

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

Обучающийся курсу Система Wolfram Mathematica должен как освоить структуру самого языка программирования Wolfram Language, так и научиться 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 домашних заданий;
- проработку файлов с занятия;
- изучение Документации Wolfram;
- выполнение реальных задач из различных сфер жизни с использованием Wolfram Mathematica.

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

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать, как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо повторять ранее изученные основные понятия. В начале занятия, как правило, проводится короткое (5-10 минут) повторение материала прошедших занятий. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала занятия по файлам, выложенным преподавателем, сразу после занятия (10-15 минут); повторение материала накануне следующего занятия (10-15 минут), проработка учебного материала по файлам занятия, учебной литературе, подготовка домашнего задания или курсовых проектов (1,5-2,5 часа в неделю). Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Выполнение домашних заданий является обязательным. Домашние задания могут быть частично или полностью заменены по решению преподавателя на несколько курсовых проектов. Способ оформления и отправки работ сообщается преподавателем отдельно.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

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

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

**Разработчик:** А.С. Казанцев, ассистент

# 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 «Система Wolfram Mathematica» обучающийся должен:

### знать:

- Принципы устройства языка Wolfram Language;
- используемые приёмы и методы написания программ с помощью пакета Wolfram Mathematica.

### уметь:

- Выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- разрабатывать полные законченные программы в системе Wolfram Mathematica;
- разрабатывать программы в системе Wolfram Mathematica 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 Wolfram Language и методами создания программ с использованием подключаемых пакетов;
- программой Wolfram Mathematica;
- навыком самостоятельного изучения любых новых для себя областей применения языка Wolfram Language на основе знаний о принципах его устройства.

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

Перечень типовых контрольных заданий для текущего контроля включает, например, следующие:

- 1.Реализовать некоторые правила работы с грассмановыми числами.
- 2.Написать функцию определения наличия у символа атрибута Listable.
- 3.Аппроксимировать набор экспериментальных точек гауссианой или произвольным их количеством.
- 4.Возвести все чётные числа из списка в квадрат.
- 5.Доопределить функцию Sin[x]/x в точке разрыва с помощью перегрузок функции.
- 6.Задать рекуррентную функцию вычисления чисел Фибоначчи и сравнить её эффективность со встроенной функцией.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Система Wolfram Mathematica» осуществляется в форме дифференцированного зачёта.

Перечень контрольных вопросов:

1. Общие принципы работы Wolfram Mathematica.
  - 1.1. Основы работы с документацией.
  - 1.2. Ячейки, их группы и параметры.
2. Основы Wolfram Language.
  - 2.1. Понятие, структура и типы выражений.
  - 2.2. Общий алгоритм вычисления выражений.
  - 2.3. Изменение порядка вычислений.
  - 2.4. Атрибуты символов.
3. Шаблоны.
  - 3.1. Точные и универсальные шаблоны.
  - 3.2. Спецификации шаблонов. Комбинации шаблонов.
  - 3.3. Полный и краткий вид шаблонов.
  - 3.4. Шаблонные правила замены.
  - 3.5. Отложенные и обычные правила замены.
  - 3.6. Выбор элементов выражения с помощью шаблонов.
  - 3.7. Функции замены выражений и их применение.
4. Ядерные правила замены.
  - 4.1. Вычисление выражений как последовательное применение ядерных правил замены.
  - 4.2. Задание переменных и функций как ядерные правила замены. Присваивание.
  - 4.3. Перегрузка функций как задание нескольких различных шаблонов.
  - 4.4. Кэширование.
5. Листы (массивы).
  - 5.1. Листы как выражения.
  - 5.2. Создание листов.
  - 5.3. Методы работы с элементами листа.
  - 5.4. Поэлементное применение выражения как функции к элементам листа.
  - 5.5. Замена головы.
  - 5.6. Атрибут Listable.
  - 5.7. Возможности ускорения работы с листами.
6. Файловая система.
  - 6.1. Относительные и абсолютные пути. Импорт и экспорт выражений.
  - 6.2. Импорт данных в сложных случаях.
7. Чистые функции.
  - 7.1. Форма и атрибуты чистых функций.
  - 7.2. Выбор элементов выражения с помощью чистых функций.
8. Локализация символов.
  - 8.1. Функции локализации и их различия.
  - 8.2. Выбор функции локализации в зависимости от особенностей задачи.
9. Решение уравнений.
  - 9.1. Решение линейных уравнений в символьном виде.
  - 9.2. Особенности решения нелинейных уравнений.
  - 9.3. Решение дифференциальных и иных функциональных уравнений.
  - 9.4. Решение дифференциальных уравнений со специальными условиями (WhenEvent).
10. Символьные вычисления.
  - 10.1. Упрощение выражений. Задание параметров упрощения.
  - 10.2. Вычисление пределов, сумм и интегралов, в т. ч. с бесконечным пределом.
  - 10.3. Операции над символьными выражениями: раскрытие скобок, сворачивание, приведение к общему знаменателю.
11. Построение графиков.
  - 11.1. Функциональных.
  - 11.2. Комплекснозначных.
  - 11.3. По набору точек.
  - 11.4. Из Dataset.

- 11.5. С добавлением графических элементов.
12. Работа с погрешностями.
13. Работа с комплексными числами.
14. Работа с рядами и асимптотическими вычислениями.
15. Работа с Dataset.
16. Динамические вычисления.
- 16.1. Обычное интерактивное построение графиков.
- 16.2. Низкоуровневые функции, используемые в динамических вычислениях.
- 16.3. Динамические программные модули.
17. Методы ускорения работы программы.
18. Параллельные вычисления.

Примеры экзаменационных билетов (заданий, тестов и др. материалов, используемых для проведения зачета, экзамена):

1. Выбрать подвыражения нужного типа из заданного выражения с помощью шаблонов и функций.
2. Корректно задать функцию, имеющую устранимый разрыв.
3. Преобразовать заданное выражение по заданным правилам.
4. Аппроксимировать данные из файла заданной функцией и построить графики.
5. Аппроксимировать произвольный набор точек на плоскости эллипсом.
6. Вычисление траектории движения скачущего шарика на неровной поверхности.
7. Решить задачу с интегрированием с малым параметром.
8. Написать функцию интегрирования  $f(z)$  по контуру  $z = z(t)$ .
9. Найти точки пересечения заданных фигур.
10. Построить интерактивное изображение заданной фигуры, конформного отображённой с заданными параметрами отображения.
11. Найти сумму всех отрезков числовой оси, на которых функция удовлетворяет заданным условиям.
12. Проинтегрировать функцию методом перевала.
13. Приблизённо решить и интерактивно отобразить задачу  $n$  тел.
14. Построить функцию, заданную в файле \*.ру, написанную на языке Python.
15. Решить задачу «хищники – жертвы».
16. Построить интерактивный треугольник на плоскости Лобачевского для конформно-евклидовой модели в круге.

#### 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.