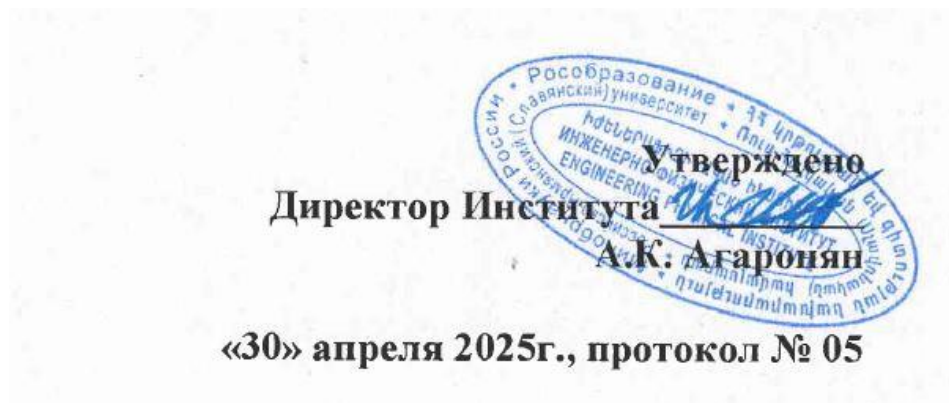


ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский) университет



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.03.01 Компьютерное моделирование физических задач

Автор (ы) к.ф.-м.н., старший преподаватель Мкртчян Мгер Артурович
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Согласовано:

Заведующий Кафедрой общей физики и квантовых наноструктур

Айрапетян Д.Б.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

В данном курсе рассматриваются вопросы использования среды Mathematica в качестве символьного и численного инструмента для решения задач физики. Рассматриваются основы программирования высокого уровня. В курсе рассматриваются примеры решения задач с использованием языка Wolfram из различных областей физики: механики, электричество, квантовой механике, теории твердого тела и т.д. Примеры рассматриваются с подробным разбором кода и использования важных техник, таких как определение функции, процедур, шаблонов и др. Представляются вопросы, связанные с символьными вычислениями.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

3 академических кредита / 108 часов. Форма итогового контроля — зачет.

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Механика, Электромагнетизм, Волновые процессы, Физика Макросистем, Квантовая физика, Вычислительная физика.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Код индикатора достижения компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование индикатора достижений компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Знает методы поиска информации, ее системного и критического анализа Умеет осуществлять ее критический анализ и синтез Владеет методикой системного подхода для

			решения поставленных задач
ПК-3	Способен синтезировать логические схемы в базе выбранной технологической библиотеки на основе заданных временных и физических ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Знает разработку набора ограничений на процесс синтеза Умеет разработать и встраивать средства для самотестирования и кристального тестирования Владеет моделированием полученного списка цепей цифровой части СнК

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: Ознакомление студентов с принципами и методами компьютерного моделирования физических процессов. Развитие навыков математического и численного моделирования для решения реальных физических задач. Формирование понимания современных программных инструментов и алгоритмов моделирования.

Задачи:

- **Изучение математических моделей физических явлений** (дифференциальные уравнения, методы дискретизации, численные схемы).
- **Освоение методов численного анализа** (конечно-разностные методы, метод конечных элементов, Monte Carlo и др.).
- **Приобретение практических навыков программирования** для моделирования физических процессов (например, с использованием Wolfram, Python, MATLAB).
- **Анализ погрешностей и оценка точности моделирования.**
- **Работа с современными симуляционными программами** и применение их для решения задач механики, термодинамики, электродинамики и др.
- **Разработка собственных моделей и анализ полученных данных.**

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад.	Распределение по семестрам
---------------------	----------------	----------------------------

	часах	1 сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	108	108
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	48	48
1.1.1. Лекции	16	16
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	32	32
1.1.3. Лабораторные работы		
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	60	60
1.3. Консультации		
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Зачет	Зачет

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)
1			
Раздел 1. Введение в среду Wolfram Language (WL)	12	4	8
Раздел 2. Работа с данными	12	4	8
Раздел 3. Подробнее о функциях	12	4	8
Раздел 4. Работа со сложными данными	12	4	8
ИТОГО	48	16	32

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Раздел 1. Введение в среду Wolfram Language (WL)

Тема 1. Элементарная арифметика

Ввод и вывод данных. Простейшие математические операции (сложения, умножение, вычитание, деление и т.д.).

Тема 2. Введение в функции

Использование функций вместо знаков. Атрибуты функции. Аргументы функции. Функции в WL. Как вводить функцию. Создание собственных функций.

Тема 3. Первый взгляд на листы и таблицы

Что такое лист. Что такое таблица. Отличие листов от таблиц. Основные операции над листами. Как создавать таблицы. Двумерные листы и таблицы.

Тема 4. Работа с графикой

Цвета и стили в WL. Функции для цветов. Стилизованные операции и их функции. Простейшие графические объекты и манипуляции над ними. Встроенные объекты в WL. Создание новых геометрических форм.

Тема 5. Интерактивные манипуляции

Статические данные. Операции над статическими данными. Отличие динамических данных от статических. Зачем использовать динамические данные. Интерактивные манипуляции над данными.

Тема 6. Изображения

Импорт и экспорт изображений. Поддерживаемые форматы изображений. Простейшие операции над изображениями. Обработка изображений. Введение в Image Processing.

Тема 7. Строка и текст

Как вводить строку. Символы в WL. Обработка текста. Операции над строками.

Тема 8. Работа с аудио и видео

Импорт и экспорт аудио/видео. Поддерживаемые форматы аудио и видео. Обработка аудио. Обработка видео. Основные операции над аудио/видео. Введение в Audio/Video Processing.

Раздел 2. Работа с данными

Тема 1. Массивы и вложенные листы

Отличие массива от листа и таблицы. Обработка массивов. Что такое вложенный лист. Создание вложенного листа. Когда стоит использовать вложенные листы.

Тема 2. Координаты и графика

Одномерные двумерные и трехмерные координаты. Координаты реального времени. География в WL. Графическое изображение географических точек. Географическое представление данных.

Тема 3. Данные реального времени

Дата и время. Обработка даты и времени в WL

Тема 4. Графы и сети

Введение в графы. Нейронные сети в WL

Тема 5. Машинное обучение

ML (Machine Learning) функции в WL

Раздел 3. Подробнее о функциях

Тема 1. Способы применения функций

Когда и как стоит использовать функции. Создание собственных функций.

Тема 2. Что такое чистая функция?

Что такое чистая функция. Содержит ли аргументы чистая функция. Встроенные функции в WL. Почему WL – это функциональное программирование

Тема 3. Многократное применение функций

Основные циклические функции в WL. Map, Apply и подобные функции.

Тема 4. Тесты и условия

Как реализована булева алгебра в WL. Создание тестов на основе неких условий.

Раздел 4. Работа со сложными данными

Тема 1. Шаблоны

Как использовать шаблоны в функциях. Создание шаблонов.

Тема 2. Ассоциации

Отличие ассоциаций от листов. Что такое ключ и значение ассоциации. Обработка ассоциаций.

Тема 3. Отложенные значения

Отложенное значение. Функции с отложенными значениями. Когда стоит использовать отложенные значения. Как это работает.

Тема 4. Присвоение имен

Что такое атрибут функции. Создание атрибутов функции. В чем роль атрибутов. Присвоение имен атрибутам функции.

Тема 5. Подробнее о шаблонах

2.3.3. Краткое содержание практических занятий

Практические занятия:

А.

1. **Введение в моделирование** – обзор методов и принципов компьютерного моделирования физических явлений.
2. **Численные методы решения физических задач** – дискретизация, интерполяция, приближенные вычисления.
3. **Программные среды для моделирования** – Wolfram, MATLAB, Python
4. **Анализ точности и стабильности численных методов** – ошибки аппроксимации, погрешности вычислений.
5. **Применение компьютерного моделирования в различных физических областях** – механика, термодинамика, электродинамика.

Б.

1. **Решение уравнений с помощью численных методов** – метод конечных разностей, метод Рунге-Кутты.
2. **Моделирование динамических процессов** – механические колебания, распространение волн.
3. **Численное моделирование теплопередачи** – решение уравнения теплопроводности в разных средах.
4. **Работа с симуляционными программами** – настройка параметров моделирования и анализ данных.
5. **Разработка простых симуляционных моделей** – написание программ для моделирования физических процессов.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Мультимедийное оборудование для лекций.
- Учебная компьютерная лаборатория для проведения занятий.

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1 ¹	M2	M1	M2	M1	M2		
Вид учебной работы/контроля								
Контрольная работа (при наличии)			0.5	0.5				
Устный опрос (при наличии)								
Лабораторные работы (при наличии)	0.5	0.5						

¹ Учебный Модуль

Письменные домашние задания (<i>при наличии</i>)								
<i>Решение задач</i>	0.5	0.5						
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.5
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок (*указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины*)

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

- ✓ Stephen Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language, Wolfram Media, Incorporated, 2017.
- ✓ P.R. Wellin., R.J. Gaylord, S.N. Kamin, An introduction to programming with Mathematica. Cambridge University Press, 2005.
- ✓ M. Trott. The Mathematica guidebook for numerics. Springer Science & Business Media, 2006.
- ✓ S. Mangano. Mathematica cookbook, O'Reilly Media Inc., 2010.
- ✓ Wolfram Documentation, <https://reference.wolfram.com/language/>

4. Фонды оценочных средств (*указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины*).

4.1. Планы практических анятий

Введение в моделирование – обзор методов и принципов компьютерного моделирования физических явлений.

Численные методы решения физических задач – дискретизация, интерполяция, приближенные вычисления.

Программные среды для моделирования – Wolfram, Python

Анализ точности и стабильности численных методов – ошибки аппроксимации, погрешности вычислений.

Применение компьютерного моделирования в различных физических областях – механика, термодинамика, электродинамика.

Решение уравнений с помощью численных методов – метод конечных разностей, метод Рунге-Кутты.

Моделирование динамических процессов – механические колебания, распространение волн.

Численное моделирование теплопередачи – решение уравнения теплопроводности в разных средах.

Работа с симуляционными программами – настройка параметров моделирования и анализ данных.

Разработка простых симуляционных моделей – написание программ для моделирования физических процессов.

4.2. Материалы по практической части курса

4.2.1. Учебно-методические пособия;

M. Trott. The Mathematica guidebook for numerics. Springer Science & Business Media, 2006.

S. Mangano. Mathematica cookbook, O'Reilly Media Inc., 2010.

Wolfram Documentation, <https://reference.wolfram.com/language/>

4.2.2. Задачники (практикумы);

Stephen Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language, Wolfram Media, Incorporated, 2017.

P.R. Wellin., R.J. Gaylord, S.N. Kamin, An introduction to programming with Mathematica. Cambridge University Press, 2005.

4.3. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

Раздел 1. Введение в среду Wolfram Language

Тема 1. Элементарная арифметика

Вопросы:

- 1 Что такое ввод и вывод данных в WL?
- 2 Какие основные арифметические операции доступны в WL?
- 3 Как выполняется приоритет операций в WL?

Задания:

- ✓ Выполните расчет: $(15+23)*(8-3)/5$ в WL.
- ✓ Выведите результат вычислений в виде таблицы с заголовками.

Тема 2. Введение в функции

Вопросы:

- 1 Как создаются собственные функции в WL?
- 2 В чем отличие функции от знаков операций?

Задания:

- ✓ Создайте функцию для расчета площади круга при вводе радиуса.
- ✓ Создайте функцию, вычисляющую кинетическую энергию тела по массе и скорости.

Тема 3. Первый взгляд на листы и таблицы

Вопросы:

- 1 Что такое лист и таблица в WL?
- 2 Чем отличаются двумерные листы от одномерных?

Задания:

- ✓ Создайте таблицу с 5 значениями скорости и 5 значениями времени.
- ✓ С помощью функций WL рассчитайте путь для каждой пары значений по формуле $s=v \times t$.

Тема 4. Работа с графикой

Вопросы:

- 1 Как создавать простейшие графические объекты в WL?
- 2 Какие функции отвечают за цвет и стиль?

Задания:

- ✓ Постройте график функции $y=x^2$ в диапазоне $[-5,5]$ с использованием цвета и стиля.
- ✓ Создайте графическое изображение атома водорода с подписями уровней энергии.

Тема 5. Интерактивные манипуляции

Вопросы:

- 1 Чем статические данные отличаются от динамических?
- 2 Какие функции WL используются для динамических манипуляций?

Задания:

- ✓ Реализуйте манипуляцию, изменяющую амплитуду синусоиды с помощью слайдера.
- ✓ Создайте динамический график, показывающий изменение функции с изменением параметра.

Тема 6. Изображения

Вопросы:

- 1 Как импортировать и экспортировать изображения в WL?
- 2 Какие форматы изображений поддерживает WL?

Задания:

- ✓ Загрузите изображение, измените его размер и сохраните в другом формате.
- ✓ Выполните простейшую фильтрацию изображения (резкость или размытие).

Тема 7. Строка и текст

Вопросы:

- 1 Как ввести строку в WL?
- 2 Какие операции возможны над строками?

Задания:

- ✓ Создайте строку с вашим ФИО и выведите только фамилию.
- ✓ Подсчитайте количество символов в строке.

Тема 8. Работа с аудио и видео

Вопросы:

- 1 Какие форматы аудио и видео поддерживает WL?
- 2 Какие функции WL используются для обработки аудио?

Задания:

- ✓ Импортируйте короткий аудиофайл, измените громкость и сохраните его.
- ✓ Выведите график амплитуды аудиосигнала.

Раздел 2. Работа с данными

Тема 1. Массивы и вложенные листы

Вопросы:

- 1 Чем массив отличается от листа?
- 2 Когда используют вложенные листы?

Задания:

- ✓ Создайте вложенный лист с измерениями температуры за 7 дней по 3 временным точкам.
- ✓ Рассчитайте среднее значение температуры по дням.

Тема 2. Координаты и графика

Вопросы:

- 1 Какие типы координат используются в WL?
- 2 Как в WL отображаются географические данные?

Задания:

- ✓ Нарисуйте траекторию движения частицы в 3D координатах.
- ✓ Выведите карту с указанием координат трех столиц.

Тема 3. Данные реального времени

Вопросы:

- 1 Какие функции WL используются для даты и времени?
- 2 Как можно вычислить разницу во времени между событиями?

Задания:

- ✓ Определите текущую дату и время в WL.
- ✓ Рассчитайте количество дней между двумя введенными датами.

Тема 4. Графы и сети**Вопросы:**

- 1 Что такое граф в WL?
- 2 Какие типы графов можно создавать в WL?

Задания:

- ✓ Создайте простой граф с 5 вершинами и 6 ребрами.
- ✓ Постройте сеть, моделирующую распространение сигнала.

Тема 5. Машинное обучение**Вопросы:**

- 1 Какие ML функции реализованы в WL?
- 2 Как можно использовать WL для классификации данных?

Задания:

- ✓ Реализуйте простую задачу классификации (например, деление точек по цвету).
- ✓ Используйте встроенные функции WL для построения регрессионной модели по ряду данных.

Раздел 3. Подробнее о функциях**Тема 1. Способы применения функций****Вопросы:**

- 1 Когда стоит использовать собственные функции?
- 2 В чем преимущество функций перед повторяющимся кодом?

Задания:

- ✓ Напишите функцию вычисления энергии фотона по длине волны.
- ✓ Создайте функцию для расчета потенциальной энергии в поле тяжести.

Тема 2. Что такое чистая функция?**Вопросы:**

- 1 Что такое чистая функция?
- 2 Какие встроенные функции WL используют чистые функции?

Задания:

- ✓ Напишите чистую функцию для возведения числа в куб.
- ✓ Примените чистую функцию к списку чисел от 1 до 10.

Тема 3. Многократное применение функций**Вопросы:**

- 1 Какие циклические функции используются в WL?
- 2 Как использовать Map и Apply?

Задания:

- ✓ Используйте функцию Map для возведения элементов списка в квадрат.
- ✓ Примените Apply для сложения всех элементов списка.

Тема 4. Тесты и условия

Вопросы:

- 1 Как реализованы условные операторы в WL?
- 2 Какие булевы операции доступны?

Задания:

- ✓ Реализуйте функцию, которая проверяет, четное ли число, и возвращает True или False.
- ✓ Используйте условный оператор для вывода сообщений в зависимости от значения переменной.

Раздел 4. Работа со сложными данными

Тема 1. Шаблоны

Вопросы:

- 1 Для чего используются шаблоны в WL?
- 2 Как применяются шаблоны в функциях?

Задания:

- ✓ Напишите функцию с шаблоном, принимающую любое число и возвращающую его квадрат.
- ✓ Используйте шаблон для фильтрации списка по условию.

Тема 2. Ассоциации

Вопросы:

- 1 Чем ассоциации отличаются от листов?
- 2 Что такое ключ и значение в ассоциациях?

Задания:

- ✓ Создайте ассоциацию с ФИО студента и оценками по трем предметам.
- ✓ Выведите среднее значение оценок из ассоциации.

Тема 3. Отложенные значения

Вопросы:

- 1 Что такое отложенные значения в WL?
- 2 Когда их использовать?

Задания:

- ✓ Создайте переменную с отложенным значением, вычисляющим площадь круга по введенному радиусу.
- ✓ Покажите, как изменяется значение переменной при изменении радиуса.

Тема 4. Присвоение имен

Вопросы:

- 1 Что такое атрибут функции?
- 2 Для чего нужны имена атрибутов?

Задания:

- ✓ Создайте функцию с атрибутом HoldAll и покажите ее работу.
- ✓ Присвойте атрибут Listable функции и проверьте результат при подаче списка.

Тема 5. Подробнее о шаблонах

Вопросы:

- 1 Какие типы шаблонов есть в WL?
- 2 Как использовать шаблоны для проверки типов данных?

Задания:

- ✓ Напишите функцию с шаблоном, принимающую только целые числа.
- ✓ Используйте шаблон для фильтрации списка, оставляя только строки.

4.4. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

Билет № **

1. Элементарная арифметика
2. Шаблоны
3. Задача

4.5. Перечень вопросов для зачета

1. *Элементарная арифметика*
2. *Введение в функции*
3. *Листы и таблицы*
4. *Работа с графикой*
5. *Интерактивные манипуляции*
6. *Изображения*
7. *Строка и текст*
8. *Аудио и видео*
9. *Массивы и вложенные листы*
10. *Координаты и графика*
11. *Данные реального времени*
12. *Графы и сети*
13. *Машинное обучение*
14. *Способы применения функций*
15. *Что такое чистая функция?*
16. *Многократное применение функций*
17. *Тесты и условия*
18. *Шаблоны*

- 19. Ассоциации
- 20. Отложенные значения
- 21. Присвоение имен
- 22. Подробнее о шаблонах

4.6. Образцы зачетных билетов

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра общей физики и квантовых наноструктур

Направление: Конструирование и технология электронных средств
Дисциплина: Компьютерное моделирование физических задач
(бакалавриат III-ий курс, II-ой семестр)

Экзаменационный билет № **

- 4. Элементарная арифметика
- 5. Шаблоны
- 6. Задача

Зав. Кафедрой ОФКН _____ Д.Б. Айрапетян
20__ г.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1. Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям, по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

1. Подготовка к семинарским занятиям

- Изучите теоретический материал перед занятием: учебники, лекции, научные статьи.
- Конспектируйте основные идеи и ключевые понятия, чтобы лучше усваивать материал.
- Составьте вопросы по теме семинара, чтобы активно участвовать в дискуссиях.
- Анализируйте примеры моделирования, попробуйте интерпретировать результаты.
- Готовьтесь к презентации результатов самостоятельного анализа.

2. Подготовка к практическим занятиям

- **Изучите инструкции к упражнениям:** разберитесь с алгоритмами и методами расчета.
- **Повторите основные численные методы,** которые будут использоваться на занятии.
- **Подготовьте программную среду** (Wolfram, Python), установите нужные библиотеки.
- **Решите аналогичные задачи** самостоятельно, чтобы легче ориентироваться в ходе занятия.
- **Обратите внимание на возможные ошибки** в вычислениях и методы их исправления.

3. Организация самостоятельной работы

- **Составьте учебный план,** распределите время на изучение теории, практику и анализ.
- **Ведите дневник обучения,** фиксируйте вопросы, сложные моменты и инсайты.
- **Используйте разные ресурсы:** видеолекции, научные статьи, онлайн-курсы.
- **Практикуйте программирование,** создавайте собственные модели и анализируйте результаты.
- **Обсуждайте с одногруппниками,** участвуйте в форумах и группах для обмена опытом.