ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский) университет

Утверждено
Директор Института _____
А.К. Агаронян

«30» апреля 2025г., протокол № 05

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.13 «Функциональное программирование (Python & Wolfram)»

Автор (ы): **Саргсян Тигран Арамович, к.ф.-м.н., преподаватель**
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Наименование образовательной программы: Квантовая информатика

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);

216 академических часов / 6 кр. Итоговый контроль: экзамен.

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

Численные методы в физике, Квантовая информатика, Квантовое программирование (QISKET), Программирование в физике, Структуры данных и алгоритмы (Python)

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)*
ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной	ОПК-3.1	Знает, как использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации и современные принципы

	безопасности		поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации
		ОПК-3.2	Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
		ОПК-3.3	Владеет навыками обеспечения информационной безопасности
ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско- технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1	Знает, как использовать компьютерные технологии для подготовки текстовой конструкторско-технологической документации; современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей
		ОПК-4.2	Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации
		ОПК-4.3	Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-

			технологической документации
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1	Понимает принципы построения алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения
		ОПК-5.2	Умеет на основе алгоритмов применять языки программирования для создания компьютерные программ
		ОПК-5.3	Владеет навыками программирования, отладки и тестирования компьютерных программ
ПК-2	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2.1	Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач
		ПК-2.2	Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования
		ПК-2.3	Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и наноэлектроники
ПК-6	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-6.1	Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и наноэлектроники

		ПК-6.2	Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и наноэлектроники
		ПК-6.3	Владеет навыками конструирования изделий микро- и наноэлектроники

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение функциональной парадигмы программирования и ее реализации в языках программирования Wolfram Mathematica и Python. Задачами дисциплины являются:

- Изучить основные концепции функционального программирования.
- Освоить основные принципы и особенности языков программирования Wolfram Mathematica/Python.
- Получить практические навыки разработки приложений с использованием Wolfram Mathematica/Python.

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. часах**	**Распределение по семестрам**
		___ сем
1	**2**	**3**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**216 / 6 кр.**	**216 / 6 кр.**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**64**	**64**
1.1.1. Лекции	**32**	**32**
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**32**	**32**
1.1.2.1. Контрольные работы		
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**116**	**116**
1.2.1. Подготовка к экзаменам		

1.2.1.1.Письменные домашние задания		
1.3. Консультации		
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 36**	**Экзамен 36**

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	**2=3+4+5 +6+7**	**3**	**4**
Раздел 1. Введение в среду Wolfram Language	**24**	**12**	**12**
Тема 1. Элементарная арифметика	2	1	1
Тема 2. Введение в функции	4	2	2
Тема 3. Первый взгляд на листы и таблицы	4	2	2
Тема 4. Работа с графикой	4	2	2
Тема 5. Интерактивные манипуляции	2	1	1
Тема 6. Изображения	2	1	1
Тема 7. Строка и текст	4	2	2
Тема 8. Работа с аудио и видео	2	1	1
Раздел 2. Работа с данными	**16**	**8**	**8**
Тема 1. Массивы и вложенные листы	4	2	2
Тема 2. Координаты и графика	2	1	1
Тема 3. Данные реального времени	2	1	1
Тема 4. Графы и сети	4	2	2
Тема 5. Машинное обучение	4	2	2
Раздел 3. Подробнее о функциях	**14**	**7**	**7**
Тема 1. Способы применения функций	4	2	2
Тема 2. Что такое чистая функция?	2	1	1
Тема 3. Многократное применение функций	4	2	2
Тема 4. Тесты и условия	4	2	2
Раздел 4. Работа со сложными данными	**10**	**5**	**5**
Тема 1. Шаблоны	2	1	1
Тема 2. Ассоциации	2	1	1
Тема 3. Отложенные значения	2	1	1

Тема 4. Присвоение имен	2	1	1
Тема 5. Подробнее о шаблонах	2	1	1
ИТОГО	**64**	**32**	**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. Стилевые 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 цикличные 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 отложенное 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

Использование шаблонов в более сложных типах данных.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Во время практических занятий студенты применяют знания, полученные во время лекций. Практические занятия в основном будут проводиться путем решения соответствующих задач в компьютерной аудитории. Некоторые темы/примеры будут продемонстрированы соответствующими примерами/моделями с помощью проектора.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для эффективной организации лекций и проработок нужна компьютерная аудитория с проектором.

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)**	**Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля**
Вид учебной работы/контроля	**М1**[1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*			0.5	0.5				
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*	0.5	0.5						
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								
Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)	0.5	0.5						

[1] Учебный Модуль

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
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

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

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

- ✓ 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.

3.1.2. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, курсы и краткие конспекты лекций, презентации PPT и т.п.);

- ✓ Wolfram Documentation, https://reference.wolfram.com/language/
- ✓ Stephen Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language https://www.wolfram.com/language/elementary-introduction/3rd-ed/
- ✓ Mathematica & Wolfram Language FAST INTRODUCTION FOR MATH STUDENTS https://www.wolfram.com/language/fast-introduction-for-math-students/en///
- ✓ Wolfram U. Learning Resources for the Computational Universe https://www.wolfram.com/wolfram-u/

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

4.1. Планы практических занятий

№	Тема занятия	Содержание и задания
1	Элементарная арифметика	Ввод данных. Арифметические операции. Использование встроенных математических функций.
2	Введение в функции	Определение собственных функций. Работа с аргументами. Атрибуты функций.
3	Листы и таблицы	Создание одномерных и двумерных структур. Индексация. Основные операции с ними.
4	Работа с графикой	Построение фигур. Применение стилей и цветов. Использование встроенных объектов.
5	Интерактивные манипуляции	Создание Manipulate, работа с динамическими переменными. Отличие от статических данных.
6	Работа с изображениями	Импорт изображений. Базовые операции: обрезка, поворот, фильтры.
7	Работа со строками и текстом	Создание строк. Поиск, замена, разбиение строк. Конкатенация.
8	Работа с аудио и видео	Импорт медиафайлов. Воспроизведение и обработка аудио/видео.
9	Массивы и вложенные листы	Создание и вложенность списков. Поиск и изменение вложенных элементов.
10	Координаты и графика	Работа с координатами. Географическая визуализация точек и траекторий.
11	Работа с датой и временем	Получение текущей даты. Интервалы. Форматирование.
12	Графы и нейронные сети	Построение графов. Основные свойства. Введение в нейросетевые структуры.
13	Машинное обучение	Построение классификатора. Использование встроенных ML-функций.
14	Чистые функции и применение	Создание чистых функций. Использование Map, Apply, Function.
15	Тесты и условия	Логические выражения. Фильтрация по условию. Использование If, Which.
16	Шаблоны и ассоциации	Создание ассоциаций. Использование шаблонов в определении функций.
17	Отложенные значения	Различие между Set и SetDelayed. Работа с динамическими определениями.
18	Атрибуты функций и именование	Присвоение атрибутов. Использование HoldAll, Listable и др.
19	Расширенные шаблоны	Применение условий и шаблонов для обработки сложных структур.

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

4.2.1. Наглядно-иллюстративные материалы;

- ✓ WOLFRAM Demonstrations Project, https://demonstrations.wolfram.com/

4.3. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

4.4. Тематика самостоятельных работ

1. Шифр Цезаря. Примеры шифрования шифром Цезаря.
2. Шифр Виженера. Примеры шифрования шифром Виженера.
3. Примеры моделей сферических зеркал в геометрической оптике.
4. Примеры моделей тонких линз в геометрической оптике.
5. Примеры моделей, описывающих эффект Комптона.
6. Примеры моделей, описывающих правило Тициуса-Боде.
7. Wave-Particle Duality, Double-Slit Experiment.
8. Classical and Quantum Random Walks.

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

1. Сгенерируйте матрицы a и b размерности 3x3.
2. Найдите определители матриц a и b.
3. Найдите произведение матриц a и b.
4. Найдите сумму обратной матрицы a и транспонированной матрицы b.
5. Приведите матрицу a к верхнему, а матрицу b к нижнему треугольному виду.

4.6. Перечень экзаменационных вопросов

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*

4.7. Образцы экзаменационных билетов

ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра общей физики и квантовых наноструктур

Направление: Электроника и наноэлектроника
Дисциплина: Функциональное программирование (Python & Wolfram)
(бакалавриат II-ой курс, II-ой семестр)

Экзаменационный билет № **

1. Представить число $3bc5_{16}$ в десятичной и двоичной системах.
2. Объявить тригонометрическую функцию f одной переменной. Найти аналитическое или численное решение задачи f = 0. Сгенерировать случайное число t в диапазоне от -1 до 1 и разложить f в ряд Тейлора вблизи точки t, сохраняя 6 членов ряда.
3. Объявить функцию g, которая будет производной функции f из предыдущего задания. Отобразить f и g на одном графике (сплошной красной и штрихованной синей линиями) в подходящем диапазоне.
4. Решить дифференциальное уравнение $xy\,\mathrm{d}x + (x+1)\,\mathrm{d}y = 0.$
5. Примеры шифрования шифром Цезаря.
6. Примеры использования встроенного классификатора для классификации изображений в системе Mathematica.

4.8. Образцы экзаменационных практических заданий

Ежесекундно измеряя расстояние точки от начала координат были получены следующие значения 2, 4.3, 9.2, 16.7, 26.8, 39.5, 54.8, 72.7, 93.2, 116.3. Найти функцию, которой описывается зависимость расстояния от времени и построить график.

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.

Практические занятия помогают студентам глубже усвоить учебный материал. Их назначение – углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего

курса. Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение документации, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение практического занятия предполагает:

- индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы;
- фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы;
- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариантных задач и упражнений;
- выполнение контрольных работ.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу.

Самостоятельная работа обучаемых имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовку к предстоящему экзамену по дисциплине, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, навыков умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний по функциональному программированию. Преподаватель проводит консультации с обучаемыми с целью оказания им помощи в самостоятельном изучении тем учебного курса. Консультации носят как групповой, так и индивидуальный характер.

Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:

- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, подготовка презентации по выбранной теме;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ.

Для овладения, закрепления и систематизации знаний рекомендуется:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);
- использование компьютерной техники и программного обеспечения;
- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- повторная работа над учебным материалом;
- ответы на контрольные вопросы;
- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариантных задач и упражнений.

Самостоятельная работа студентов реализуется: 1) непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях и практических занятиях – путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний; 2) в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при выполнении индивидуальных заданий; 3) внеаудиторная самостоятельная работа студентов. Существуют следующие виды контроля: 1) текущий, т.е. регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, семинарских занятиях; 2) самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным работам; 3) итоговый по дисциплине в виде экзамена.