

# Использование FDTD при решении прикладных задач электродинамики

Студент группы ФРМ-101

Никитин Максим Олегович



30 апреля 2022 г.

## Цель:

- Анализ функционала языка программирования Python, на предмет возможности использования FDTD при решении прикладных задач электродинамики.

## Задачи:

- Оценить направленные характеристики элементарного излучателя с помощью метода FDTD, реализованного в пакете Octave.
- Оценить возможность применения Python для решения прикладных задач электродинамики.

Разностные соотношения двумерного случая имеют вид (волна TMz):

$$E_x^n(i, k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} \cdot E_x^{n-1}(i, k) - \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon + \sigma\Delta t)\Delta z} \left[ H_y^{n-\frac{1}{2}}(i, k) - H_y^{n-\frac{1}{2}}(i, k-1) \right];$$

$$E_z^n(i, k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} \cdot E_z^{n-1}(i, k) + \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon + \sigma\Delta t)\Delta x} \left[ H_y^{n-1/2}(i, k) - H_y^{n-1/2}(i-1, k) \right];$$

$$H_y^{n+\frac{1}{2}}(i, k) = H_y^{n-\frac{1}{2}}(i, k) + \frac{\Delta t}{\mu_0\Delta x} [E_z^n(i, k) - E_z^n(i-1, k)] - \frac{\Delta t}{\mu_0\Delta z} [E_x^n(i, k) - E_x^n(i, k-1)];$$

где  $E$  и  $H$  – напряженности электрического и магнитного полей ориентированные вдоль одной их трёх осей координат:  $x$ ,  $y$  или  $z$ ;  $\varepsilon$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость;  $\mu_0$  – магнитная постоянная;  $\Delta t$  – шаг по времени;  $\Delta x$  и  $\Delta z$  – пространственные шаги вдоль осей  $x$  и  $z$  соответственно;  $n$  – порядковый номер временной итерации;  $i, j$  – порядковые номера строки и столбца ячейки дискретизации пространства.

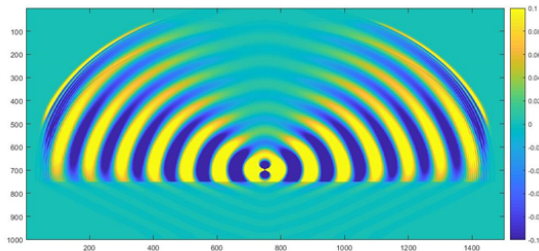


Рис.1. В результате моделирования была получена картина распределения напряженности электрического поля электромагнитной волны вблизи вертикального диполя

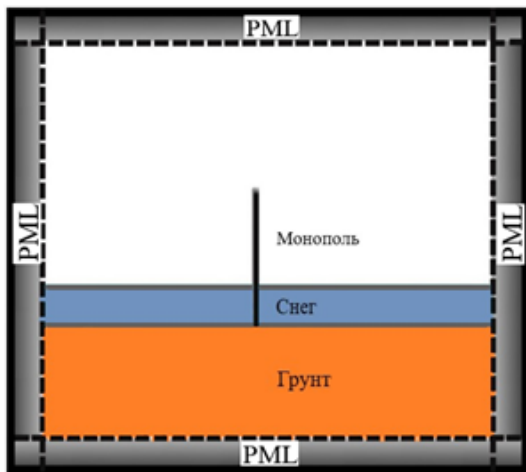


Рис.2. Схематические изображения численных моделей диполя, расположенного вблизи подстилающей поверхности

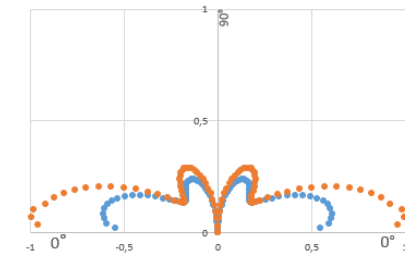
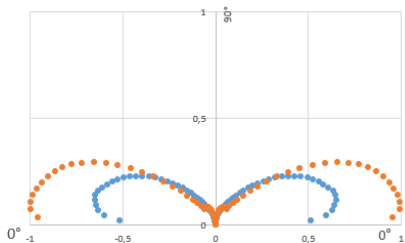


Рис.3. и Рис.4. Вид диаграммы направленности Диполь и монополь.  
Глина. Замершее и влажное состояние

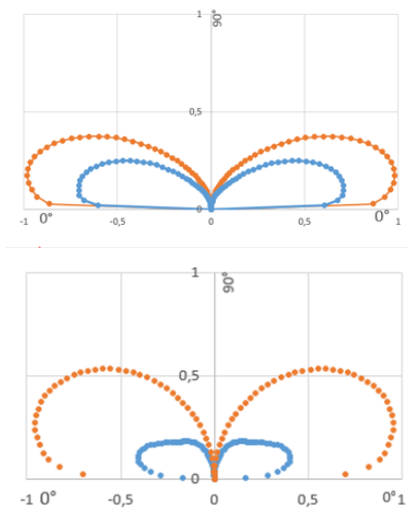


Рис.5. и Рис.6. Вид диаграммы направленности Диполь и монополь. Песок. Замершее и влажное состояние Чем больше диэлектрическая проницаемость – тем больше коэффициент отражения.

**Python** является одним из популярнейших языков программирования в мире. У него открытый исходный код, который может быть использован как для приложений использующих скрипты, так и для автономных программ в самых разных областях. Этот язык является с одной стороны бесплатным, но и очень функциональным языком, который относительно прост в изучении и в использовании.

Сравнивая Python с компилируемыми или строго типизированными языками, такими как C, C++ и Java, можно прийти к выводу, что он намного повышает производительность выводимого продукта разработчика.



У этого языка программирования есть несколько особенностей:

- Первая – неявная типизация, которая работает в тандеме с гибким набором стандартных интерфейсов.
- Вторая – типы данных, которые явно разработаны для связывания.

Python является подходящим и удобным для работы с данными в научных исследованиях. Он позволяет писать алгоритмы машинного обучения и анализа данных.

В случае, когда нам приходится выходить за рамки обычных задач - использование того же C++ невозможно, по скольку он не может работать вместе с нужными программами. в отличии от Python.

Хоть C++ имеет большую скорость счета программ, нам важна интеграция с другими программами.

<https://github.com/flaport/fdtd>

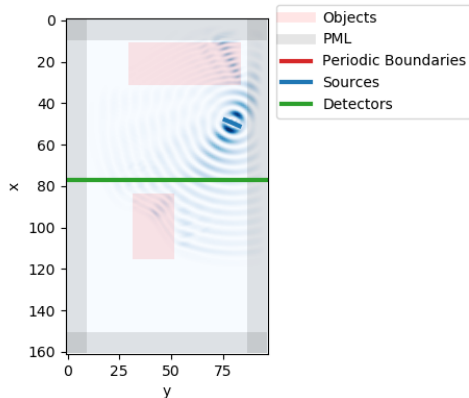
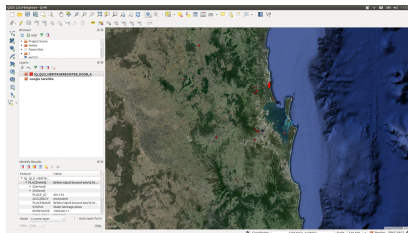


Рис.7. Визуализация метода FDTD используя язык Python

Quantum GIS дает нам возможность дополнить функционал при помощи расширений. Большим преимуществом, по сравнению C++, является простота распространения и легкость разработки.

В QGIS появилась возможность поддержки сценариев на Python начиная с 0.9 версии. Привязки PyQGIS зависят от SIP и PyQt4. Главной причиной использования SIP вместо более распространенного SWIG.

Привязки Python к Qt (PyQt) также создаются используя SIP, это и позволяет обеспечивать прозрачную интеграцию PyQGIS и PyQt.



## Выводы:

- Приведены результаты использования метода конечных разностей во временной области (FDTD), реализованного в пакете Octave.
- Произведён анализ функционала Python.
- Определён перечень прикладных задач электродинамики.
- Был сделан вывод о том, что Python для поставленных задач подходит больше, по скольку он является более гибким по сравнению с MatLab.

# Спасибо За Внимание