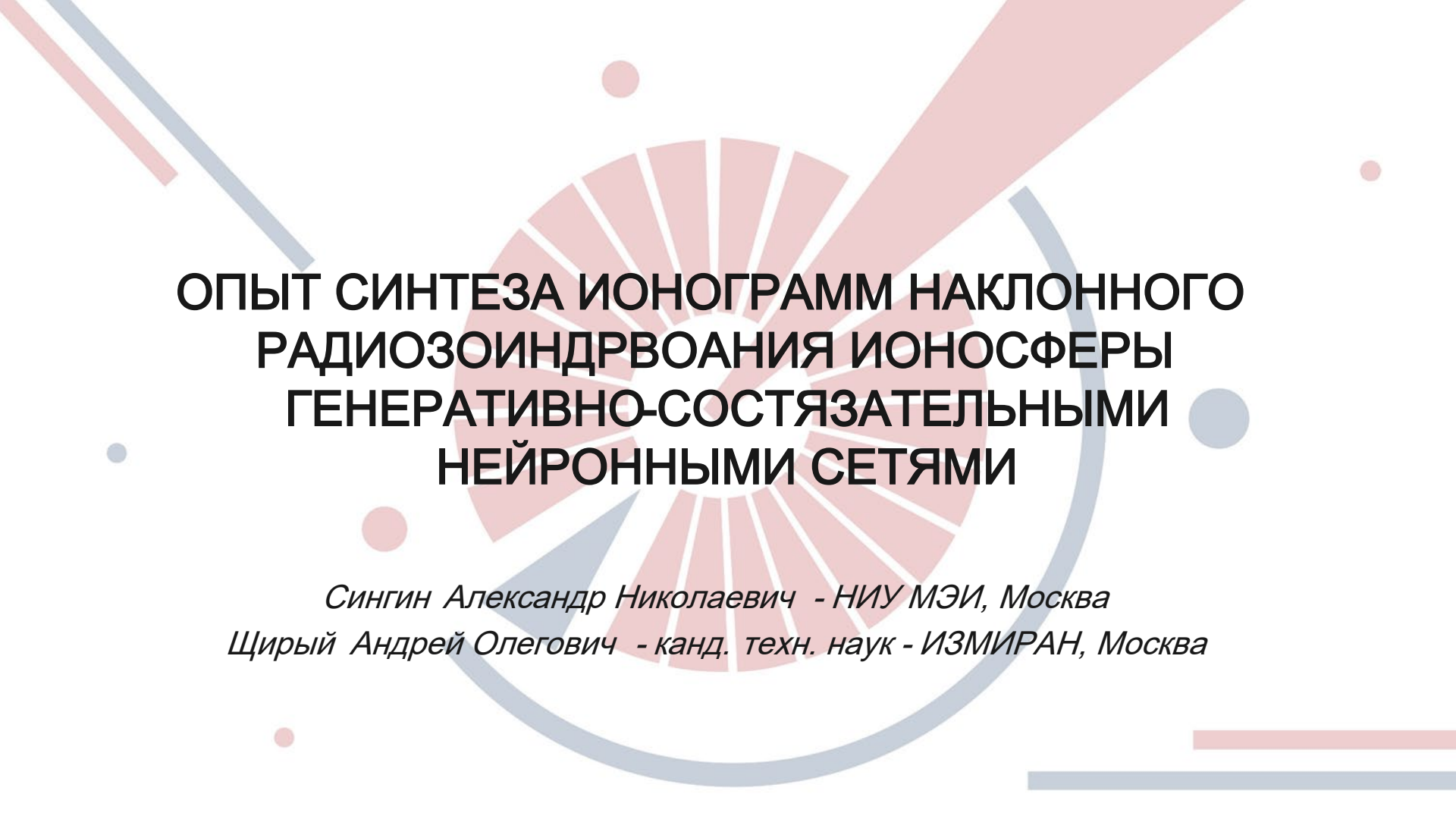




ОПЫТ СИНТЕЗА ИОНОГРАММ НАКЛОННОГО РАДИОЗОИНДРВОАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ

Сингин Александр Николаевич - НИУ МЭИ, Москва

Щирый Андрей Олегович - канд. техн. наук - ИЗМИРАН, Москва

Структура

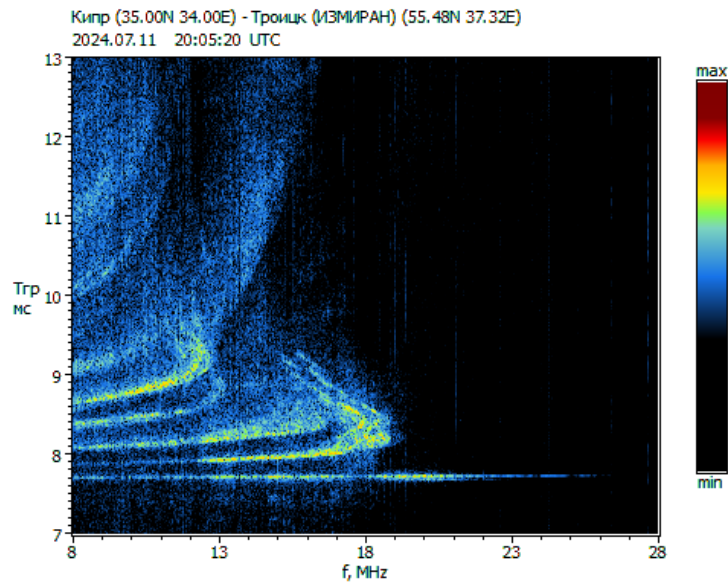
1. Актуальность
2. Постановка задачи
3. Данные
4. BIGGAN
5. Эвристика
6. Результаты
7. Заключение



Актуальность

По данным радиозондирования ионосферы коротковолновыми (КВ) сигналами можно получить информацию о процессах в ионосферной плазме, о ее структуре и состоянии; эти данные также крайне важны для радиотехнических систем, работающих в КВ диапазоне. Результаты радиозондирования обычно представляются в виде ионограммы

Потребность синтеза искусственных ионограмм возникает при обработке данных радиозондирования, например при интерпретации. Также могут использоваться для уточнения существующих математических моделей.

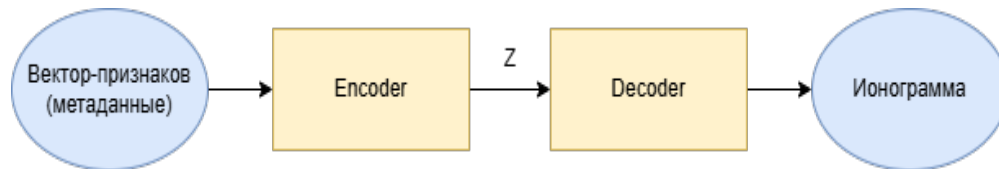


Постановка задачи



Conditioned Physics Determined Image Generation

Формируем задачу синтеза ионограммы как задачу условного физически детерминированной генерации изображения. Условие представлено вектором метаданных.



Метаданные

Определение метаданных

Данные описывающие внешние характеристики или конфигурацию сессии радиозондирования.

Образцы подлежат отбору, где записи с физически или статистически аномальными значениями исключаются из выборки.

Отобранные записи нормируются к диапазонам $[1,-1]$ и $[0,1]$

Внешние

- Координаты приемника и передатчика
- Дата и время проведения измерения
- Геомагнитный индекс
- Индекс солнечной активности

Конфигурационные

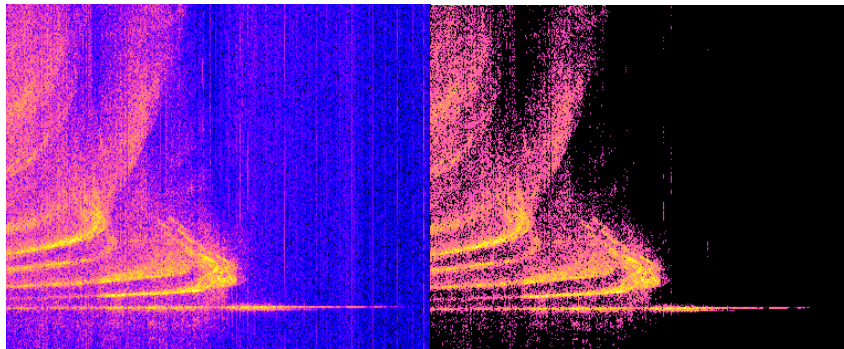
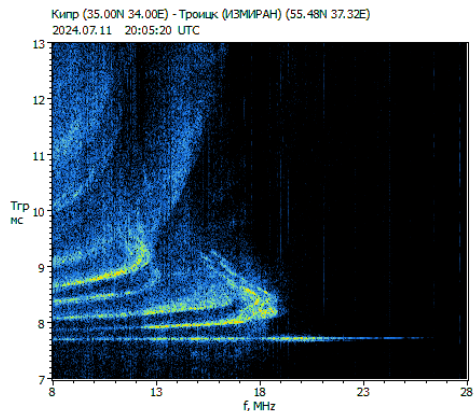
- Начальная и конечная частоты зондирования
- Скорость зондирования
- Диапазон окна времен группового запаздывания

Ионограммы

Свойства ионограммы

- Монохромная
- Переменной геометрии
- Низкое соотношение полезной информации к шуму

Переменная геометрия зависит от конфигурации приемника. В наборе данных присутствует конфигурация присущая большинству (87%) ионограмм. Синтез производится для нее, прочие ионограммы исключаются.



BigGAN как основа



Generator

- Получает случайный вектор шума и вектор -условие
- Проецирование идет через условную BatchNorm
- Используются только Resnet-подобные свертки на увеличение размера

Discriminator

- Проверяет правдоподобность генерации и ее согласованность с вектором -условием
- Условие проецируется в самом конце, путем скалярного произведения с сжатым векторным представлением изображения
- Градиенты в слоях стабилизированы с помощью Spectral Norm
- Классический для задачи HingeLoss

Составная функция потерь



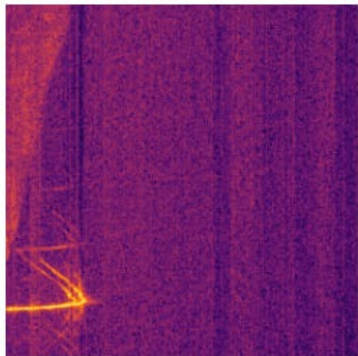
В добавок к классическому Hinge Loss, который в GAN используется самостоятельно и сообщает генератору степень правдоподобности генерации принято решение помочь сети быстро приблизится к решению на ранних эпохах. Для этого используются эвристические маски.

Маска строится по принципу “сигнал всегда более яркий чем шум”. В таком случае берется квадрат интенсивности каждого пикселя и производится искусственное раздувание контраста между значениями. Интенсивность переведена в диапазон $[0,1]$. Полученное значение для пикселя означает его вес. Иначе говоря, важность модели точно его предсказать. Таким образом удастся сосредоточить ее внимание на ключевых деталях.

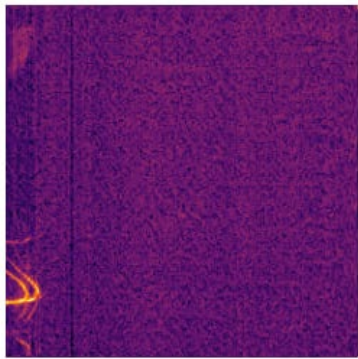
Hinge Loss и MSE по маскам соотносятся в функции потерь как 3 к 1.

Полученные результаты

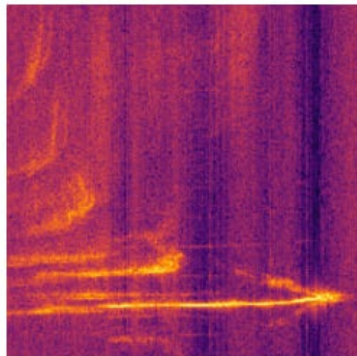
Real



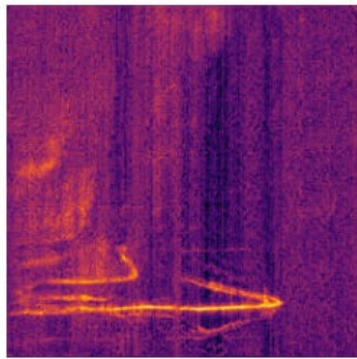
Generated



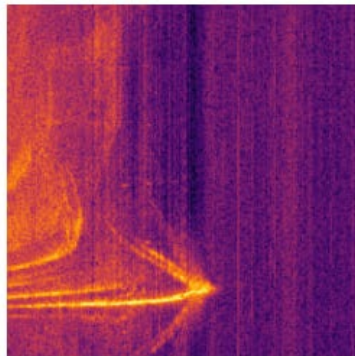
Real



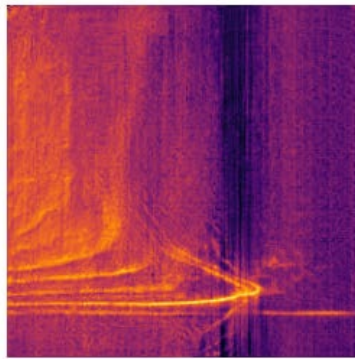
Generated



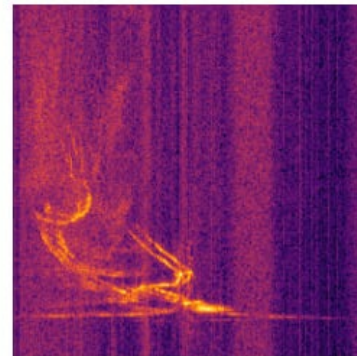
Real



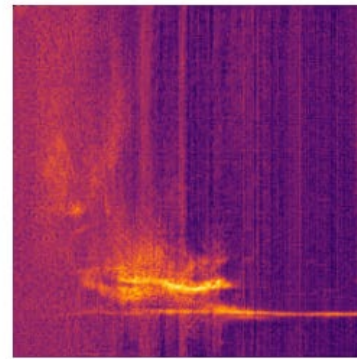
Generated



Real



Generated



Заключение



На текущий момент архитектура справляется с синтезом выглядящих правдоподобно и детализировано ионограмм. Однако степень их соответствия заданным условиям недостаточна, чтобы задачу можно было считать частично решенной. Ее повышение может быть достигнуто путем передачи более явного сигнала об качестве генерации. Для этого необходимо введение численной оценки схожести ионограмм с учетом семантического разделения ее на треки мод, полезный и бесполезный шум.