# Титульный слайд

Добрый день, уважаемые члены комиссии. Сегодня я расскажу вам о работе, которой я занимался последние полгода. Тема звучит так: «Построение ландшафтных карт на основе генеративных нейронных сетей».

# Актуальность

С каждым годом моделируемые локации в кино и игровой индустрии становятся все больше и все детальнее. Зачастую основным наполнением этих локаций является природа: леса, луга, горы, болота… Однако, сложность поддержания нужного уровня качества проработки и детализации локации растет пропорционально увеличению размера локации.

Например, так выглядит одно из мест в игре Ведьмак 3. Оно весьма проработано, можно заметить множество деталей, сделанных руками 3д-артистов (5). И это лишь малая часть. Все игровое пространство составляет около 136 кв. км.   
После этих мыслей может возникнуть вопрос «можно ли создать универсальный инструмент для генерации локаций?»

# Постановка задачи

Мысли, высказанные на предыдущем слайде, принимают форму задачи. И звучит она так:   
**Создать инструмент, способный строить схожие с реалистичными ландшафты.**

Однако, стоит задать вопрос: А как задаются ландшафты? Ландшафты могут задаваться картами высот, которые, по сути, являются одноканальной картинкой, где интенсивность пикселя определяет высоту поверхности в точке. То есть, чем ярче или белее пиксель – тем выше точка, в которой он находится.

А в последнее время в работе с картинками хорошо показывают себя сверточные нейронные сети.

Таким образом, преобразуем задачу к более конкретной:  
**Создать нейросеть, способную строить схожие с реалистичными карты высот.**

Будет разумно разбить ее на подзадачи:

\*подзадачи\*

# Обзор существующих решений

Начнем с обзора существующих решений:

Основополагающими в выборе модели GAN послужили статьи из верхнего списка.

При более глубоком изучении были выбраны архитектуры сган и ю-нет. Этому поспособствовали статьи из списка ниже.

# Создание датасета

Нейросеть необходимо обучать. Для этого должны быть исходные данные. В их роли выступает карта высот Земли, взятая с сайта НАСА и имеющая достаточно большое разрешение. Но работать с ней целиком будет неудобно, поэтому ее необходимо разбить на небольшие квадратики. Было решено создать несколько датасетов с размерами изображений 64, 128 и 256.

Однако этого не хватает. Можно заметить, что карта преимущественно черная, так как уровень моря соответствует черному пикселю. Следовательно, надо избавиться от абсолютно черных картинок, так как они будут мешать обучаться нейросети.   
Есть и другая проблема: карта прямоугольная, а планета – геоид. Из-за этого на полюсах заметны растяжения. И вдобавок, Гренландия, например, здесь представлена как один большой выпуклый булыжник. Нам это не нравится и от этого надо избавиться.

Таким образом, получилось 4 фильтра:

* Средняя интенсивность пикселя
* Обрезание на полюсах
* Преобразование в метрическую систему
* HOG

Но и это еще не все. После отсеивания неугодных картинок для датасета с изображениями 256х256 было слишком мало данных. Для этого был запрограммирован метод разбиения **«с перекрытием»**. Заключается он в от в чем: Начальная точка сетки разбиения смещается по одной или обеим осям на долю от шага сетки. В моем случае это была половина. Перебрав все комбинации смещения, можно получить датасет, превосходящий в размере почти в 4 раза. Минусов у такого способа выявлено не было, поэтому использовались датасеты с перекрытием.

# GAN

За основу была взята модель ГАН. Ее суть заключается в том, что это не одна нейросеть, а сразу две. Одна из них называется генератором. Она синтезирует изображения, похожие на те, что встречаются в датасете. Вторая – Дискриминатор. Её задача отличать сгенерированные от истинных. Таким образом, эти две нейросети взаимообучаются и не только повышают качество сгенерированных изображений, но и решают проблему малого объема исходных данных.

# U-net

Рассмотрим архитектуру U-net. Она состоит из **сужающегося пути** (слева) и **расширяющегося пути** (справа). Сужающийся путь — типичная архитектура сверточной нейронной сети, при которой размер входных данных уменьшается, а каналы свойств увеличиваются. Он состоит из сверточных слоев, за которыми следуют операции пулинга.

Расширяющийся путь является обратным сужающемуся.

Кроме того, между энкодерами и декодерами одинакового размера есть связи, позволяющие объединить данные изображения до сворачивания с данными после сворачивания.

# SGAN

Рассмотрим архитектуру СГАН. Она заключается в том, что на вход генератору подается вектор шума размерностью LxMxD и скрытыми слоями развертывается до размера изображения. А дискриминатор, в свою очередь, наоборот сворачивает полученное изображение до размера LxMx1.

# Пример сгенерированных изображений

Сейчас на слайде представлены промежуточные результаты генерации нейросетью во время обучения.

# Результат работы SGAN

Вот что удалось получить с помощью СГАН. Слева сгенерированные ею карты высот, а справа визуализированная 3д модель посредством игрового движка Юнити.

# Результат работы U-net

Аналогичный слайд для Ю-нет. Стоит отметить, что у Юнет часто наблюдались дефекты, структурой напоминающие сетку и для сгенерированных ей карт высот была применена постобработка в виде сглаживающего фильтра с ядром размера 5х5. Справа представлена сглаженная модель.

# Сравнение реализаций

Для сравнения, выделим основные параметры нейронных сетей.

Модель SGAN является наиболее подходящей для задачи генерации карт высот схожих с реалистичными поверхностями Земли, поскольку она занимает в разы меньше памяти как для обучения, так и для хранения, чем U-net. К тому же, с увеличением размера изображений в датасете, ее потребности в памяти не растут так же быстро, как у рассмотренного аналога

Для оценки качества сгенерированных картинок была собрана экспертная группа, включающая в себя **13** человек. Им показывались **10** различных наборов фотографий трехмерных моделей. В каждом наборе была одна модель, полученная по карте высот, взятой из датасета, другая – по карте высот, сгенерированной SGAN и третья – по карте высот, сгенерированной U-net. Экспертам предстояло выбрать модель, **наиболее похожую на реальную**. Распределение моделей в наборах было случайным. Стоит отметить, что карты высот, сгенерированные U-net, проходили постобработку

# Последующая работа

Следующим этапом исследования должна быть модификация, направленная на построение **определенных типов ландшафта**. На этом шаге должна возникнуть сложность создания обучающих наборов для разных видов рельефа: данные необходимо будет разделять и, скорее всего, используя только карты высот, этого добиться не получится. Возможное решение – использовать цветную или заранее размеченную карту.