Л11. Спектральные индексы, рассчитанные по данным дистанционного зондирования Земли

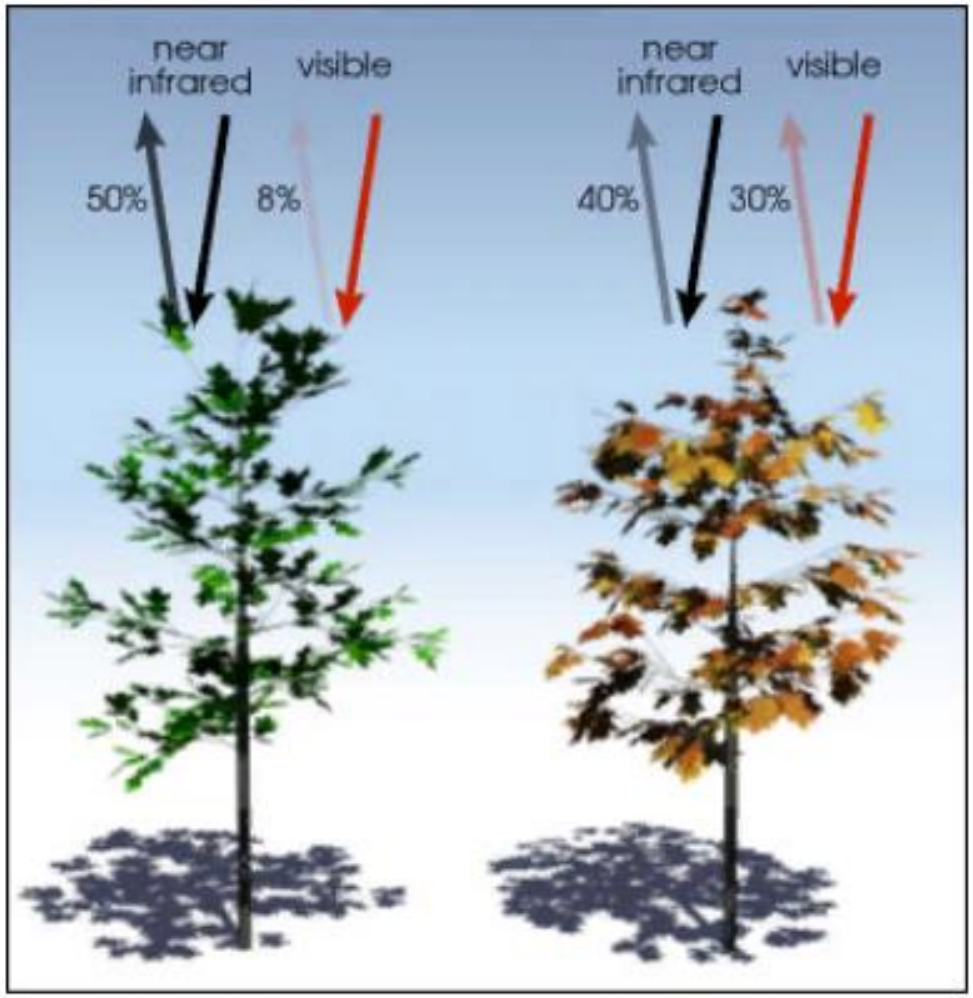


Вегетационные индексы

- Индекс растительности — рассчитывается в результате операций с различными спектральными диапазонами данных дистанционного зондирования и связан с параметрами растительности в данном пикселе изображения.
- Эффективность индекса растительности объясняется особенностями отражения растительного покрова.
- NDVI (нормализованный разностный индекс растительности) — это нормализованный относительный индекс растительности. Наиболее широко используемый в сельском хозяйстве, он характеризует плотность растительности и позволяет фермерам оценивать всхожесть, рост, наличие сорняков или болезней, а также прогнозировать продуктивность полей.
- Зеленая масса поглощает электромагнитные волны в видимом красном диапазоне и отражает их в ближнем инфракрасном диапазоне.
- Красная зона спектра (0,62–0,75 мкм) отвечает за максимальное поглощение солнечной радиации хлорофиллом, а ближняя инфракрасная зона (0,75–1,3 мкм) — за максимальное отражение энергии клеточной структурой листа.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Вегетационный индекс



High photosynthetic activity leads to low values of reflection coefficients in the red zone of the spectrum and high values in the near infrared.
The ratio of these indicators to each other allows us to clearly separate vegetation from other natural objects.
As a result, we can obtain a full spectral analysis and identify areas that need reseeding, application of plant protection products or fertilizers.

Вегетационный индекс

- The index became “normalized” in 1973, when a group of scientists from Texas A&M University began to calculate not just the ratio of infrared light to red, but the ratio of their difference to the sum.
- This made it possible to bring all index values to the range from -1 to 1, that is, “normalize” them for easier comparison with each other.
- NDVI values from -1 to 0 are inanimate objects and infrastructure - snow, water, sand, stones, houses, roads, etc. Values for plants are in the range from 0 to 1.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Вегетационный индекс

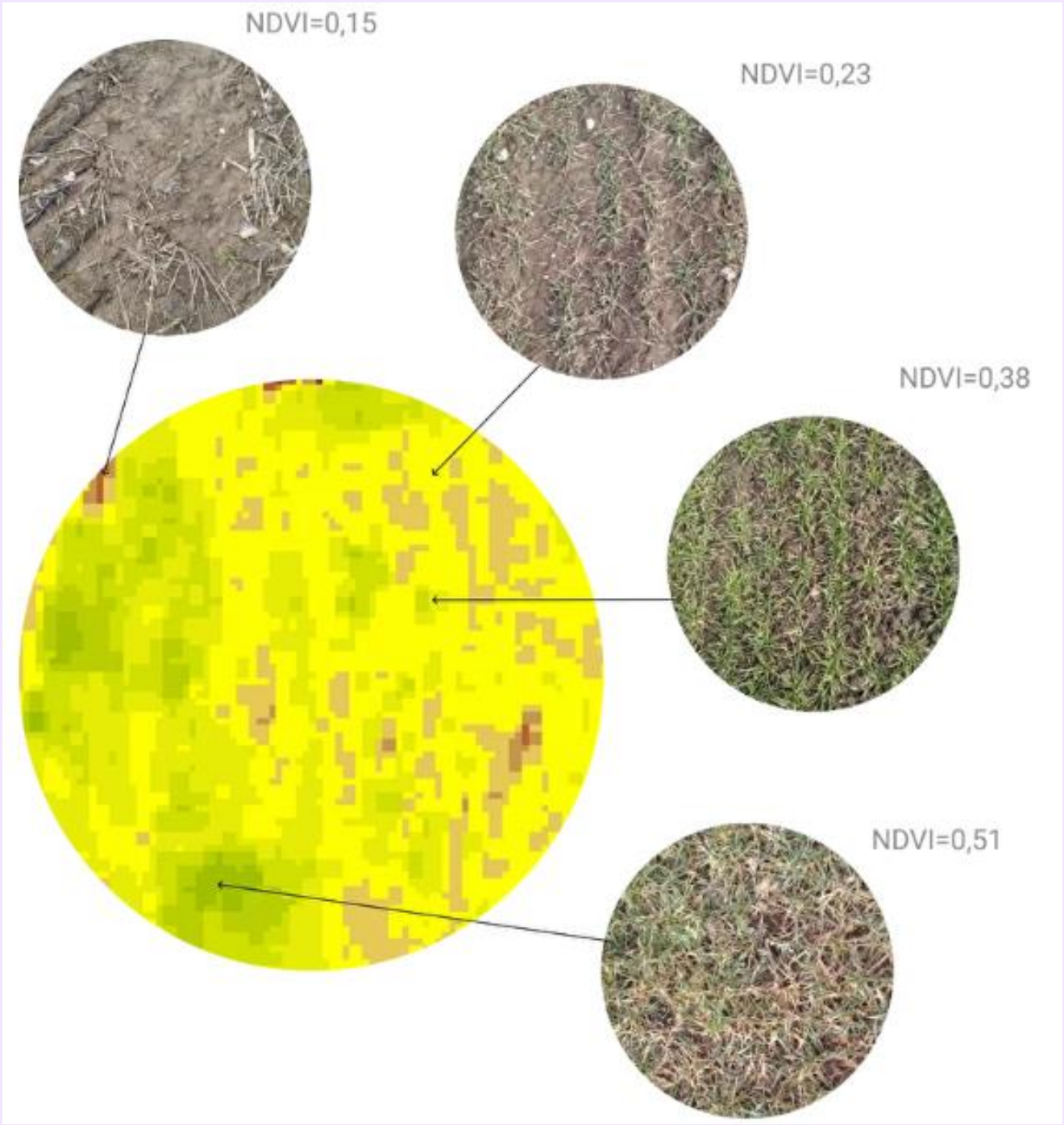
- The index is moderately sensitive to changes in soil and atmospheric background except in sparsely vegetated conditions, and can become oversaturated in densely vegetated conditions where the Leaf Area Index (LAI) level becomes high.
- EVI (Enhanced Vegetation Index) is an improved vegetation index.
- It was developed as an improvement on NDVI by optimizing the vegetation signal in areas of high Leaf Area Index (LAI).
- The index uses the blue reflectance region to correct for soil background signals and reduce atmospheric effects, including aerosol scattering.
- Most useful in high LAI regions where NDVI can become oversaturated.
- EVI values for vegetation pixels should be between 0 and 1.
- Bright objects such as clouds and white buildings, along with dark objects such as water, can result in anomalous pixel values in the EVI image.
- It is used to assess the variability of crop development both in conditions of dense vegetation cover and in conditions of sparse vegetation.

$$EVI = 2.5 * \frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1)}$$

Тип объекта	Коэффициент отражения в красной области спектра	Коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0,1	0,5	0,7
Разряженная растительность	0,1	0,3	0,5
Открытая почва	0,25	0,3	0,025
Облака	0,25	0,25	0
Снег и лед	0,375	0,35	-0,05
Вода	0,02	0,01	-0,25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0,3	0,1	-0,5

Вегетационный индекс. Интерпретация

- В начале сезона индекс NDVI можно использовать для понимания того, как растение перезимовало. Как правило, логика такова:
- Если NDVI ниже 0,15, вероятно, все растения на участке погибли. Обычно такие показатели соответствуют вспаханной почве без растительности.
- 0,15-0,2 также является низким показателем. Это может указывать на то, что растения вступили в зимовку на ранней фенологической стадии, до кущения.
- 0,2-0,3 является относительно хорошим показателем. Растения, вероятно, успели вступить в фазу кущения и возобновляют вегетацию.
- 0,3-0,5 является хорошим показателем. Следует помнить, что высокие значения NDVI могут указывать на то, что растения вступили в зимовку на поздней стадии развития.
- Если спутниковый снимок был получен до возобновления вегетации, то необходимо будет повторно проанализировать состояние участка после начала периода роста и развития растений. Показатель выше 0,5 после зимовки считается аномальным. Лучше проверить этот сайт самостоятельно.



Вегетационный индекс. Интерпретация

Вегетационный индекс. Интерпретация

- **В середине сезона** по индексу NDVI можно понять, как развиваются растения на поле. Если значения индекса средние и высокие (0,5−0,85), то, вероятнее всего, на участке всё хорошо. Если индекс низкий — похоже, на участке растениям чего-то не хватает, например, влаги или питательных элементов.

  По индексу NDVI мы создаём карты для дифференцированного внесения азотной подкормки. Мы выделяем зоны высокой, средней и низкой вегетации, а затем фермер самостоятельно задаёт норму удобрений. По нашему опыту, оптимальная схема внесения азота следующая:
- Если вегетационный индекс на участке высокий, то дозу удобрений нужно уменьшить на 10−30% от средней нормы.
  Если средний, то увеличить — максимум на 20−25% от средней нормы.
  Если низкий, то сначала нужно определить причину плохого состояния участка.

Вегетационный индекс. Интерпретация

- Ещё мы используем индекс NDVI для моделирования относительной урожайности поля.
- На основании этой информации делаем карты для корректного внесения фосфорных и калийных удобрений.
- **В конце сезона** по индексу NDVI можно определять, какие поля готовы к уборке урожая — чем ниже индекс, тем ближе к созреванию участок поля. Оптимальное значение индекса в таком случае — 0,3–0,35.
- По индексу NDVI можно определять нормы внесения десикантов — химических препаратов, которые обезвоживают растения. Это ускоряет их созревание и облегчает уборку урожая.

Почвенный ВИ (Soil Adjusted VI, SAVI)

[править]

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * (1 + L)$$

где, L = [0;1], L = 0 для наибольшего индекса облиственния, L = 1 для наименьшего, оптимальное значение L = 0.5

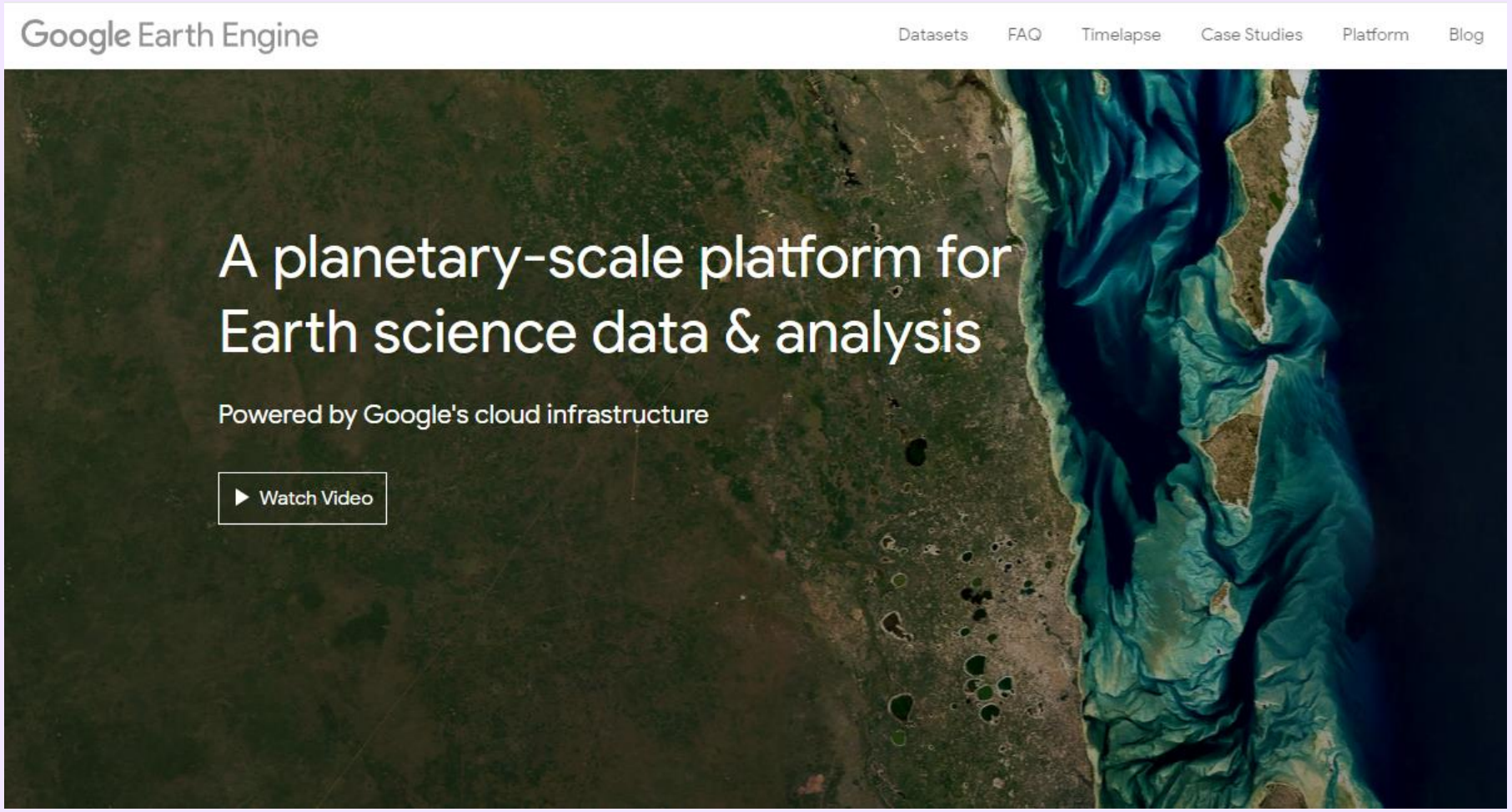
L+1 - множительный фактор, присутствующий в SAVI и MSAVI и приводящий к тому, что их значения варьируют от −1 до 1, введен для того, чтобы свести эти индексу к виду NDVI при L, стремящемся к 0

Введен Huete в 1988 году. Индекс представляет из себя нечто среднее между относительными и перпендикулярными индексами. Изовегетационные линии не являются параллельными и не сходятся в одной точке. Исходно формулировка индекса была основата на измерении отражения хлопка и пастбищной травы на темной и светлой почвах, и эмпирическом уточнении фактора L, до тех пор, пока индекс не начинал выдавать одинаковый результат для разных типов почв. В результате получился относительный индекс, где точка пересечения изолиний не является точкой «0». Точка пересечения должна находиться в квадранте отрицательных значений в Red и NIR, что приводит к тому, что изовегетационные линии являются более параллельными в области положительных Red и NIR, чем в случае RVI, NDVI и IPVI. Huete (1988) представил теоретические основы для этого индекса, построенные на простом излучательном переносе (radiative transfer), что делает этот индекс одним из самых теоретически обоснованых. С другой стороны, теоретические вычисления дают существенно различающийся корректирующий фактор L для LAI = 1 (0.5) вместо эмпирически найденного (0.75). Показано, что корректирующий фактор может варьировать от 0 для очень плотных областей, до 1 для очень разреженных областей. В большинстве приложений, для промежуточных плотностей растительности используется стандартное значение 0.5.

Параметры индекса:

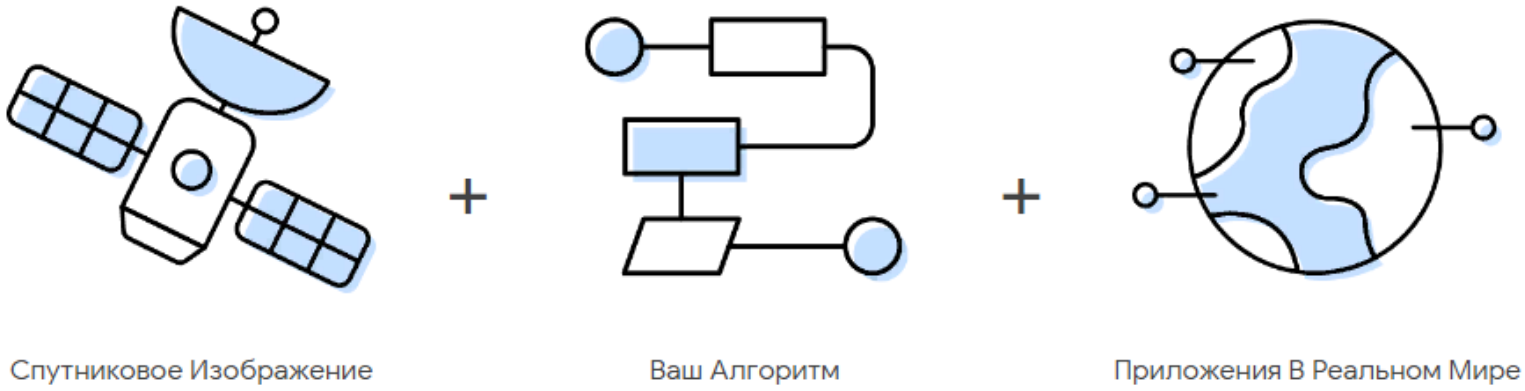
- Относительный индекс;
- Изовегетационные линии сходятся в квадранте отрицательных значений Red и NIR;
- Почвенная линия имеет наклон 1 и проходит через точку «0»;
- Возможные значения: −1..1.

Геопортал Earth engine



Геопортал Earth engine

Google Earth Engine объединяет многопетабайтный каталог спутниковых снимков и геопространственных наборов данных с возможностями анализа планетарного масштаба и делает его доступным для ученых, исследователей и разработчиков для обнаружения изменений, картографирования тенденций и количественной оценки различий на поверхности Земли.

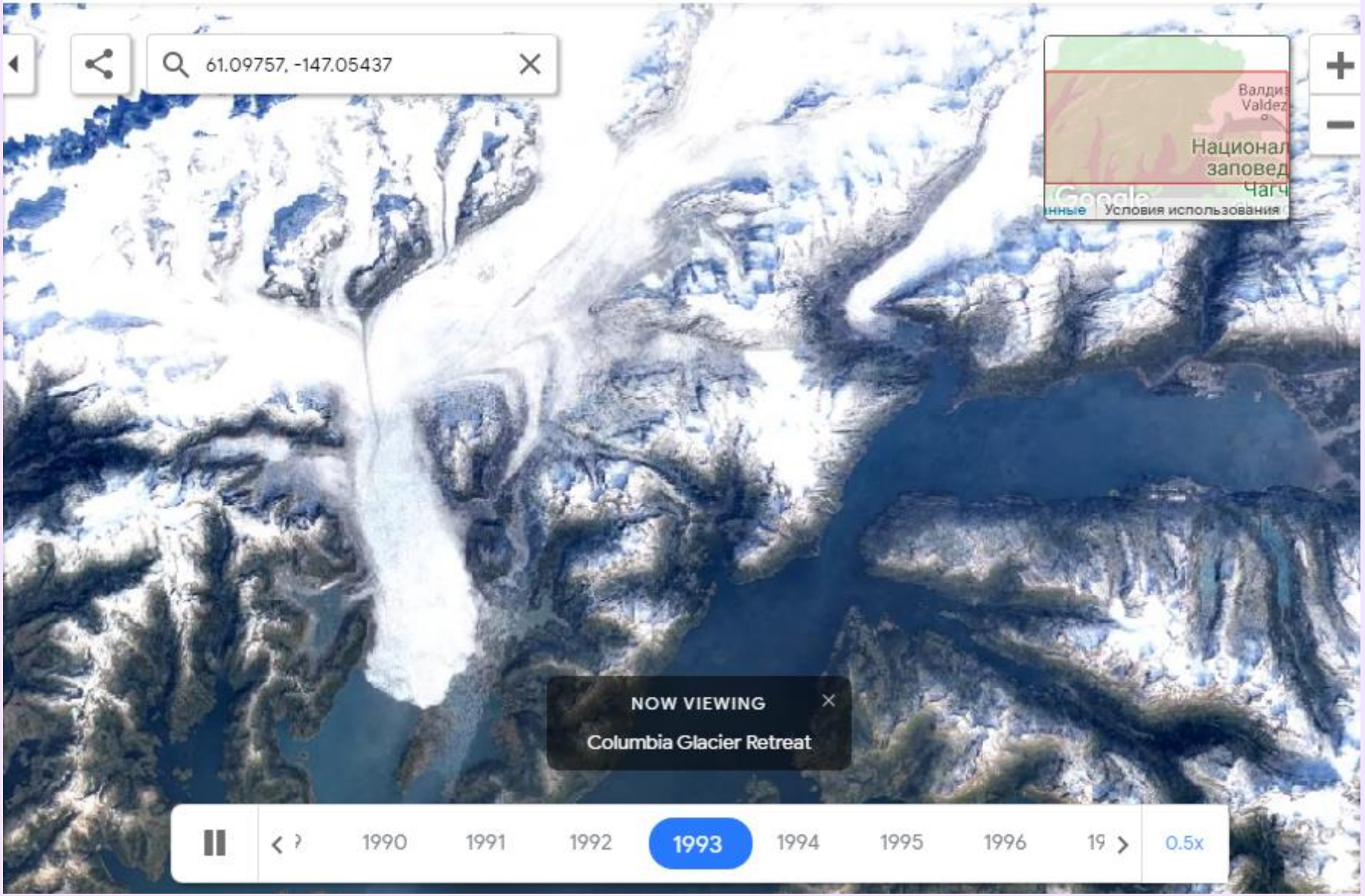


https://earthengine.google.com/faq/

Геопортал Earth engine

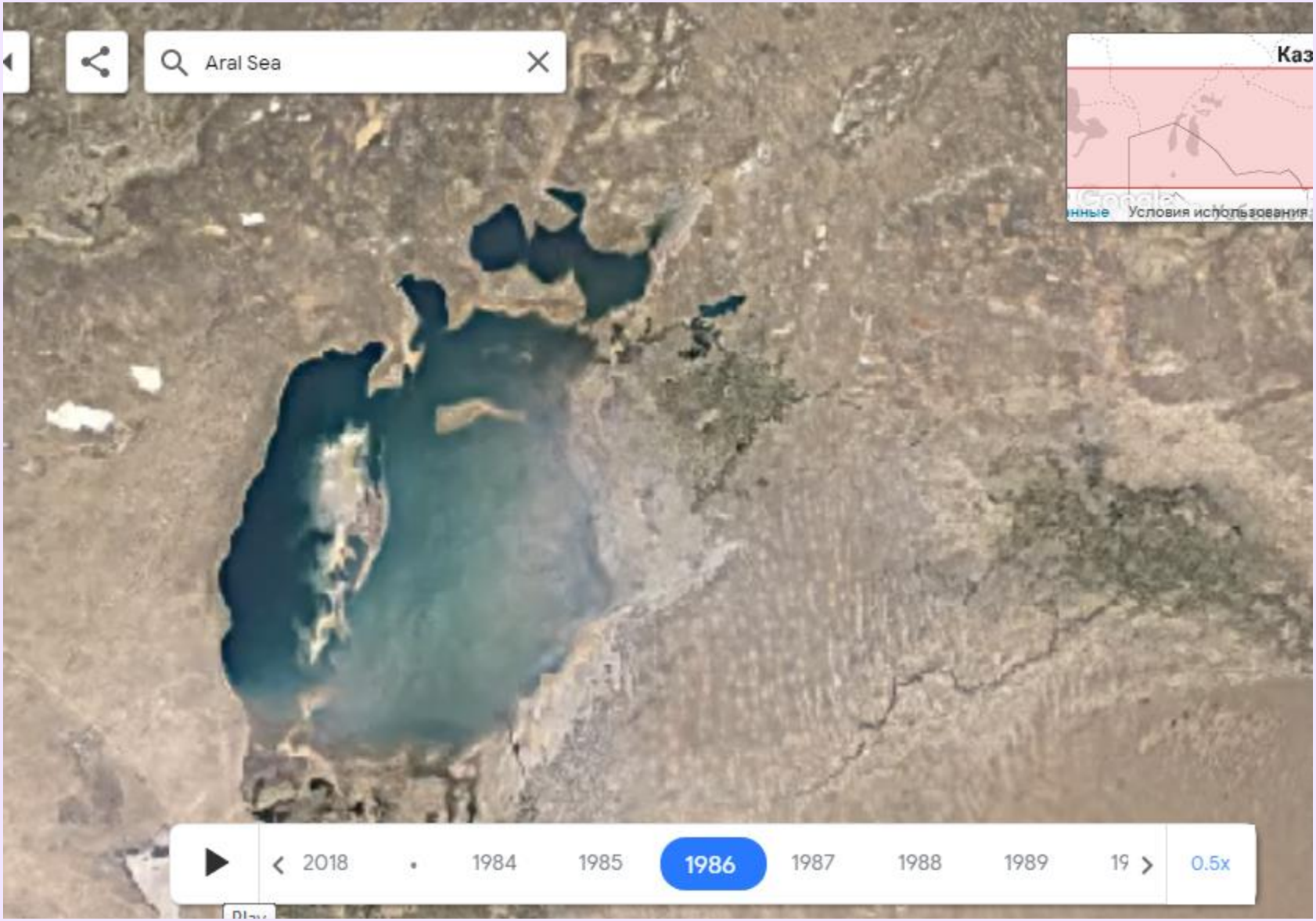
- Earth Engine - это платформа для научного анализа и визуализации геопространственных наборов данных, предназначенная для академических, некоммерческих, деловых и правительственных пользователей.
- Earth Engine размещает спутниковые снимки и хранит их в общедоступном архиве данных, который включает в себя исторические снимки Земли, датируемые более чем сорока годами. Эти изображения, поступающие ежедневно, затем становятся доступными для интеллектуального анализа данных глобального масштаба.
- Earth Engine также предоставляет API (*application programming interface*) и другие инструменты для анализа больших наборов данных.
- Google Планета Земля позволяет вам путешествовать, исследовать и узнавать о мире, взаимодействуя с виртуальным глобусом. Вы можете просматривать спутниковые снимки, карты, рельеф местности, 3D-здания и многое другое.
- С другой стороны, Earth Engine-это инструмент для анализа геопространственной информации. Вы можете проанализировать лесной и водный покров, изменения в землепользовании или оценить состояние сельскохозяйственных полей, среди многих других возможных анализов.
- В то время как эти два инструмента полагаются на некоторые из тех же данных, только некоторые из изображений и данных Google Earth доступны для анализа в Earth Engine.

Earth engine. Time laps



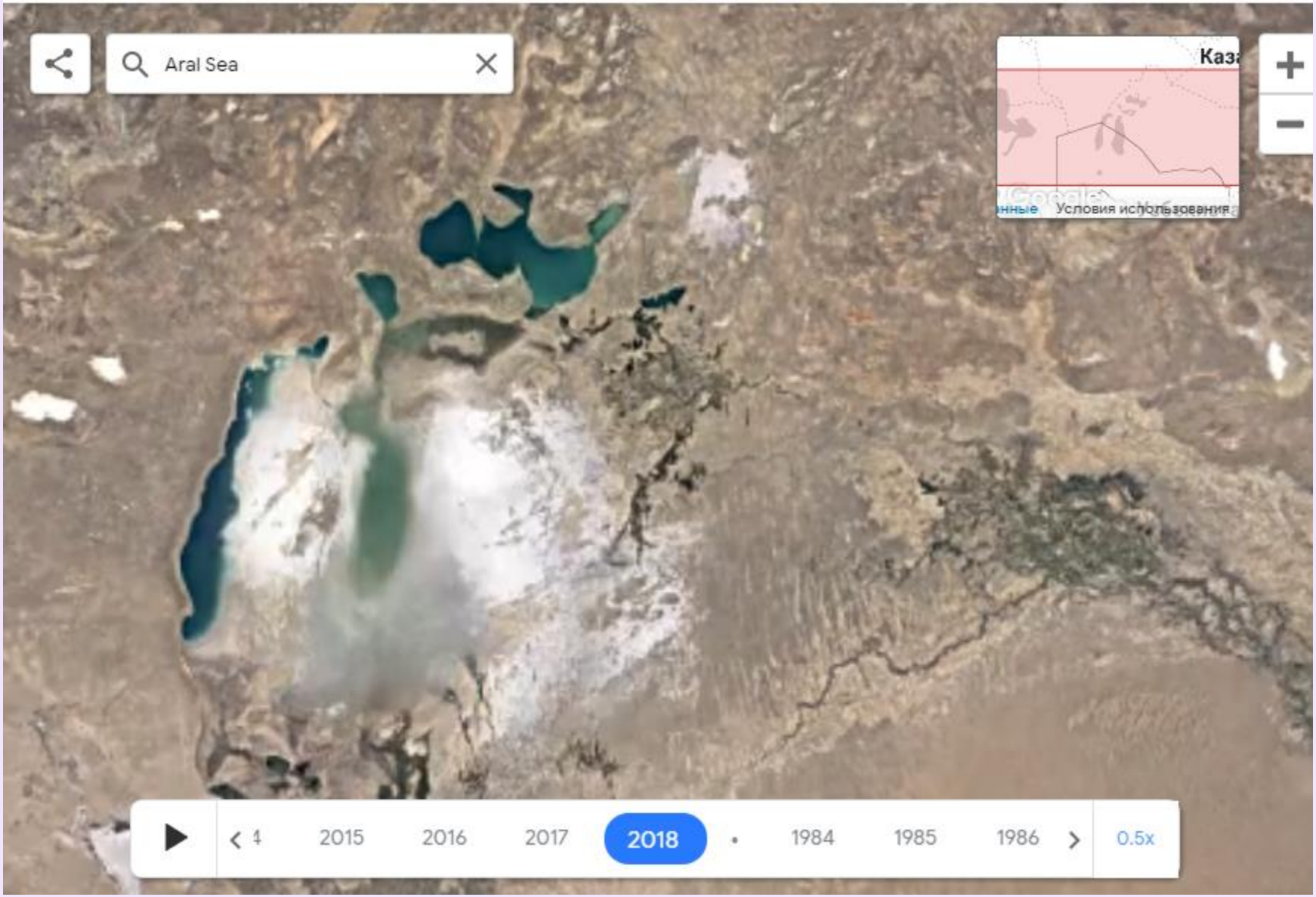
https://earthengine.google.com/timelapse/

Earth engine. Time laps



https://earthengine.google.com/timelapse/

Earth engine. Time lips

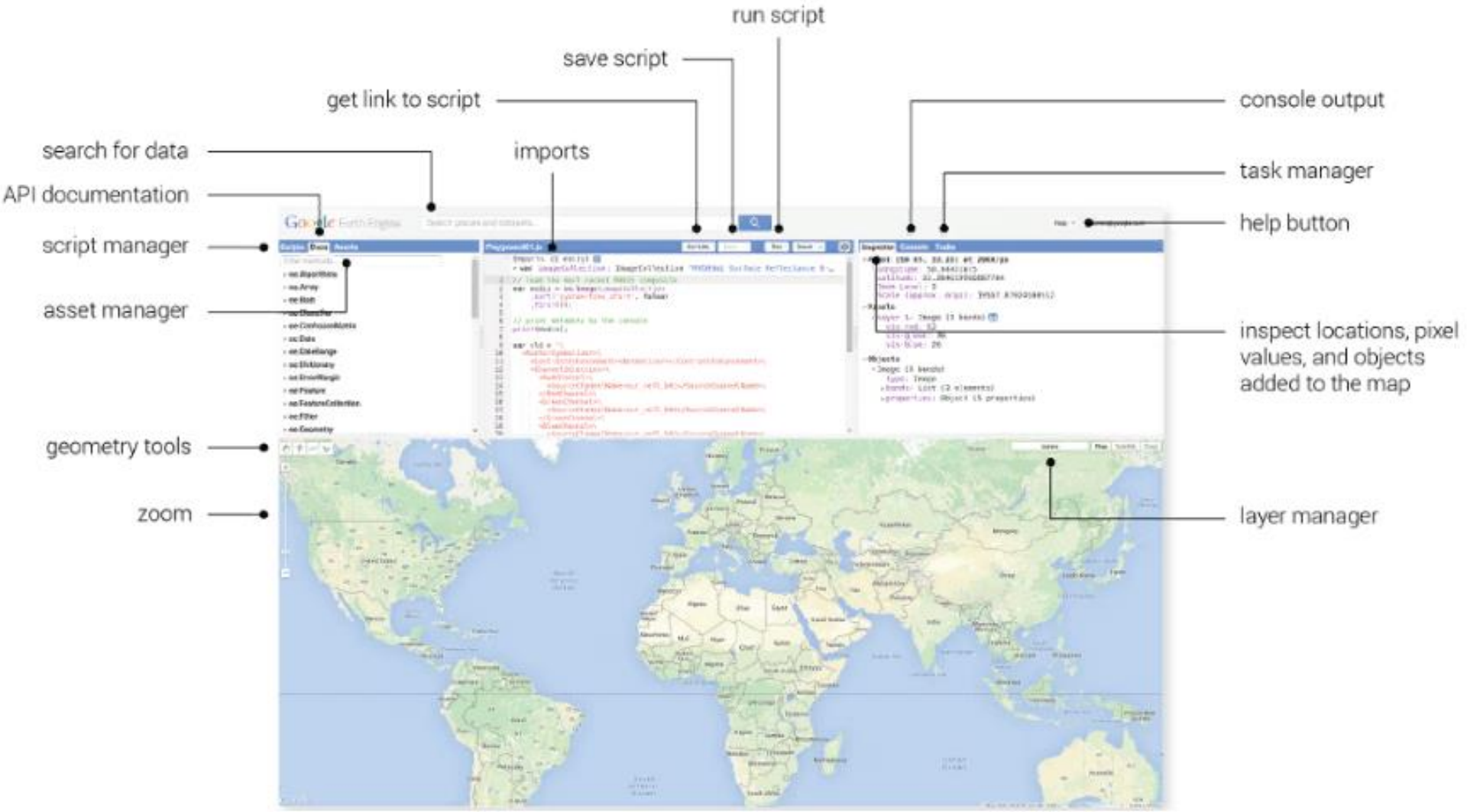


https://earthengine.google.com/timelapse/

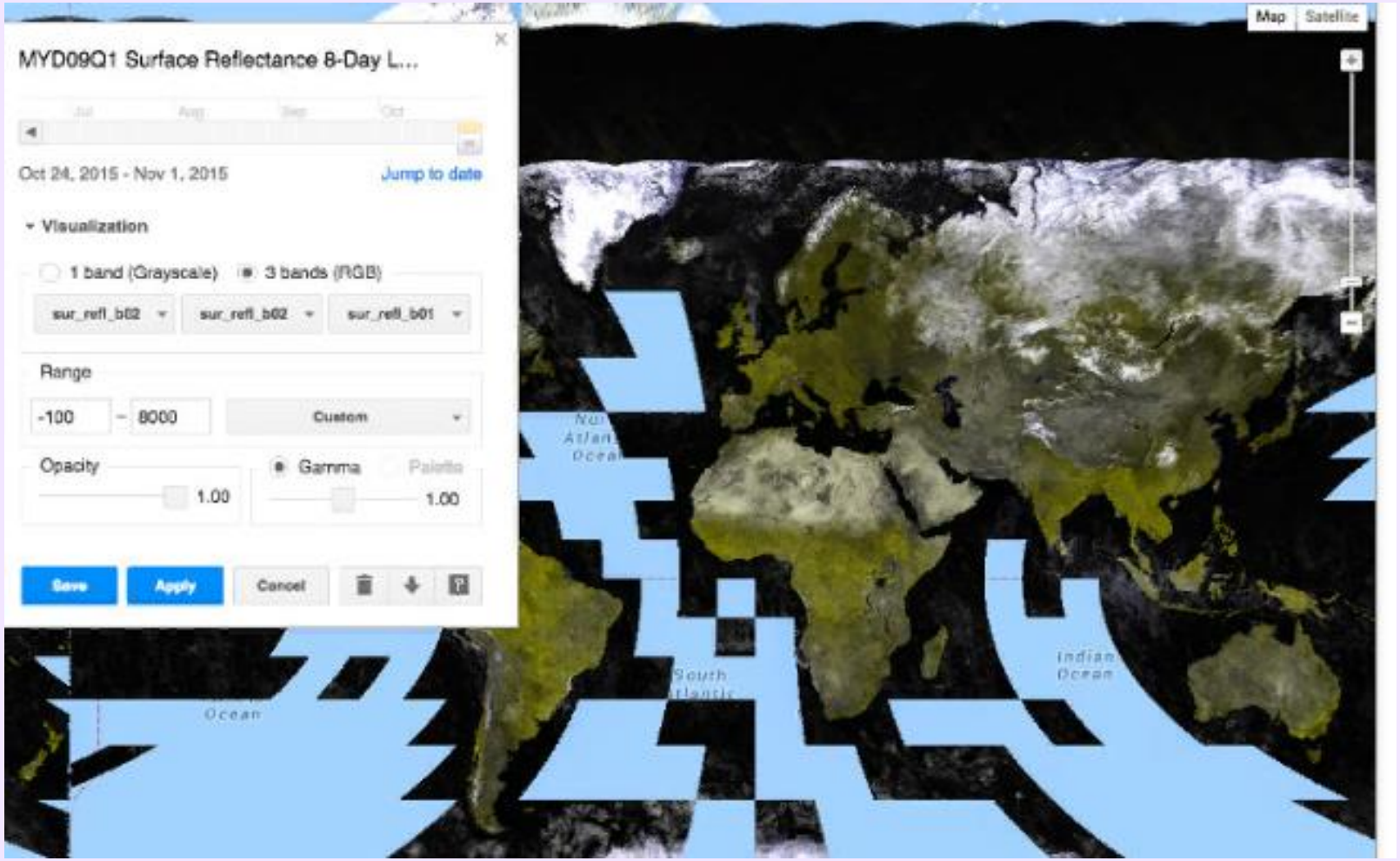
Earth engine. Редактор кода

- Google Earth Engine-это вычислительная платформа, которая позволяет пользователям выполнять геопространственный анализ в инфраструктуре Google.
- Существует несколько способов взаимодействия с платформой.
- Редактор кода - это веб-среда IDE для написания и запуска сценариев.
- Проводник-это легкое веб-приложение для изучения нашего каталога данных и выполнения простых анализов.
- Клиентские библиотеки предоставляют обертки Python и JavaScript вокруг нашего веб-API.
- Редактор кода двигателя Земли на code.earthengine.google.com это веб-среда IDE для API JavaScript Earth Engine.
- Для этого требуется войти в систему с помощью учетной записи Google, которая была включена для доступа к Earth Engine.
- Функции редактора кода предназначены для быстрого и легкого создания сложных геопространственных рабочих процессов.
- Редактор кода содержит следующие элементы (проиллюстрированные на рисунке):

Earth engine. Редактор кода

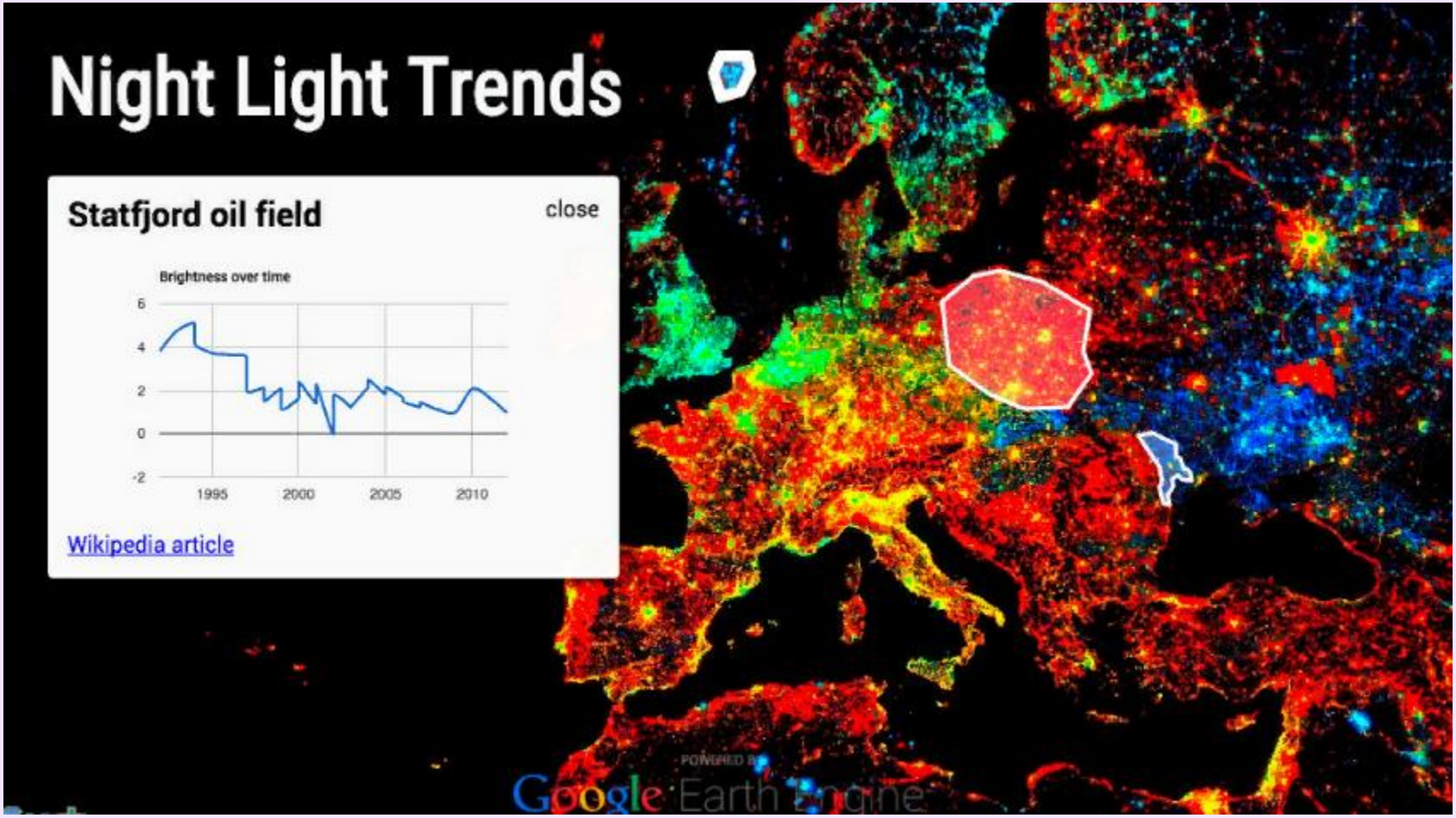


Earth engine. Исследователь



Проводник - это простой веб-интерфейс к API Earth Engine.
Он позволяет любому пользователю визуализировать данные в общедоступном каталоге данных.
Вошедшие в систему пользователи Earth Engine также могут импортировать данные, выполнять простой анализ, сохранять и экспортировать результаты.

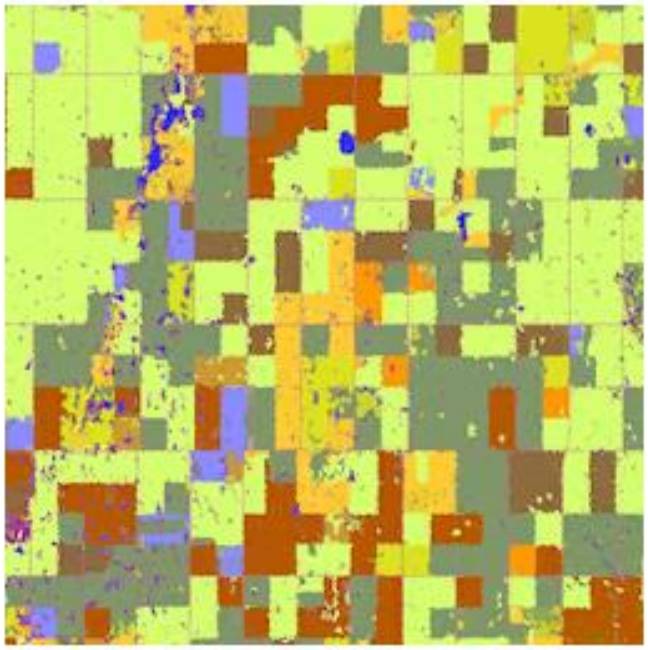
Earth engine. Клиентские библиотеки



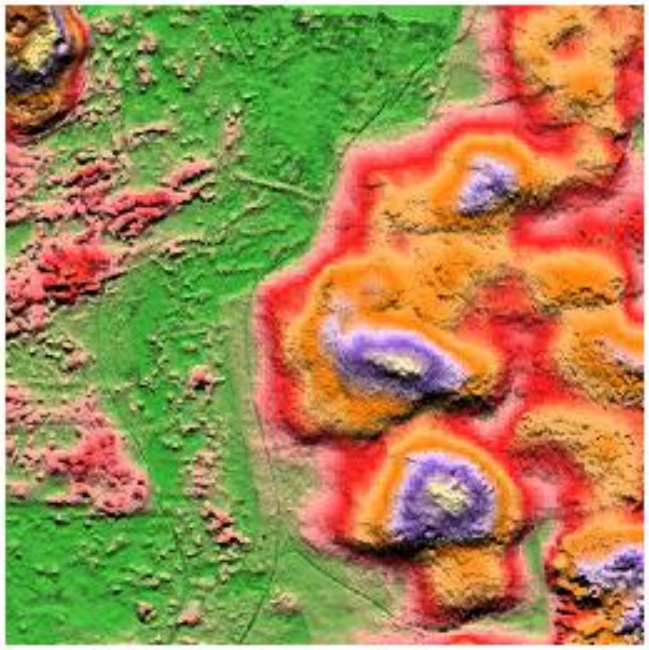
Клиентские библиотеки предоставляют функции JavaScript и Python-оболочки для API Earth Engine. Вы можете использовать их для создания пользовательских приложений и разработки кода Earth Engine локально с помощью интерпретатора JavaScript или Python. Репозиторий на GitHub включает в себя ряд демонстрационных версий, иллюстрирующих, как использовать клиентские библиотеки.

Earth engine. Клиентские библиотеки

Канада Aafc ежегодная инвентаризация сельскохозяйственных культур



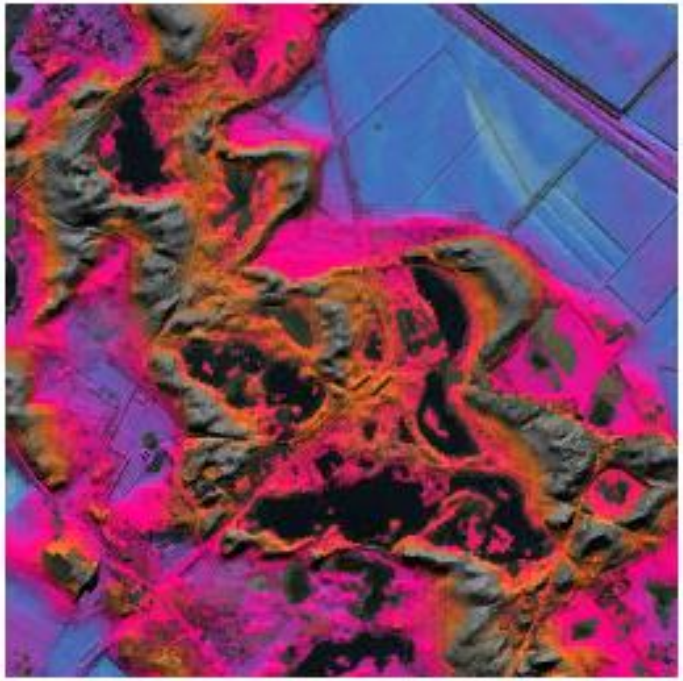
AHN Netherlands 0.5 m DEM, Интерполированный



Открытый каталог данных Earth Engine включает в себя множество стандартные наборы растровых данных науки о Земле. Вы можете импортировать эти наборы данных в ваша среда сценариев с помощью одного щелчка мыши. Вы также можете загрузить свой собственный растр данные или векторные данные для частного использования или совместного использования в ваших сценариях.

Earth engine. Клиентские библиотеки

AHN Netherlands 0.5 m DEM, без интерполяции



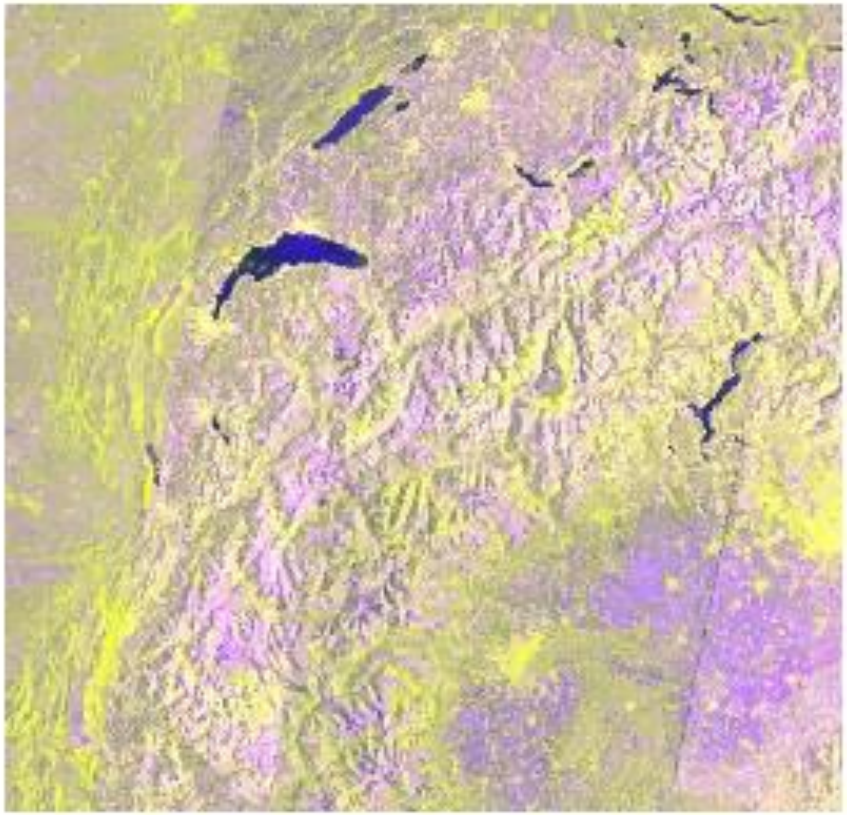
AHN Netherlands 0.5 m DEM, необработанные образцы



Открытый каталог данных Earth Engine включает в себя множество стандартные наборы растровых данных науки о Земле. Вы можете импортировать эти наборы данных в ваша среда сценариев с помощью одного щелчка мыши. Вы также можете загрузить свой собственный растр данные или векторные данные для частного использования или совместного использования в ваших сценариях.

Earth engine. Клиентские библиотеки

Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling



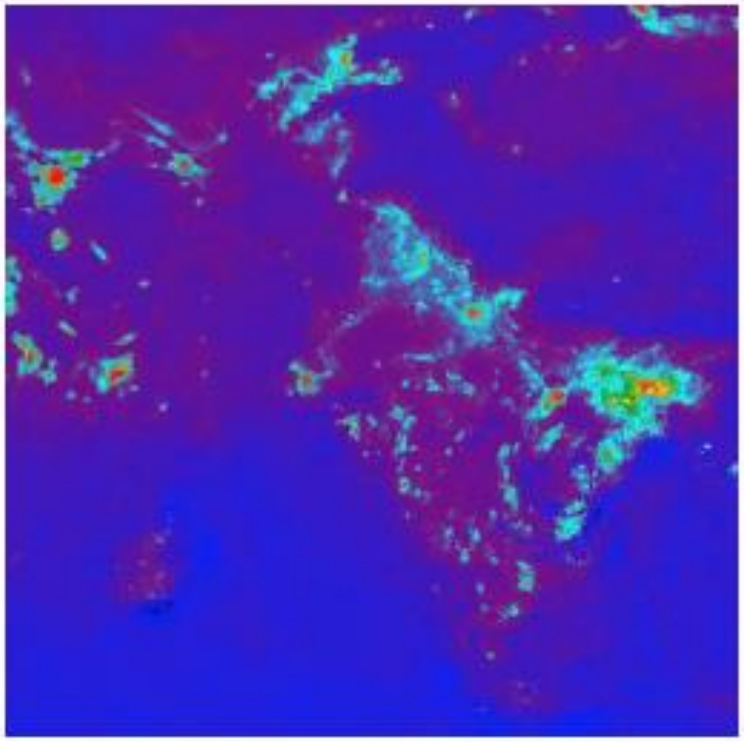
Sentinel-2 MSI: мультиспектральный прибор, уровень-1C



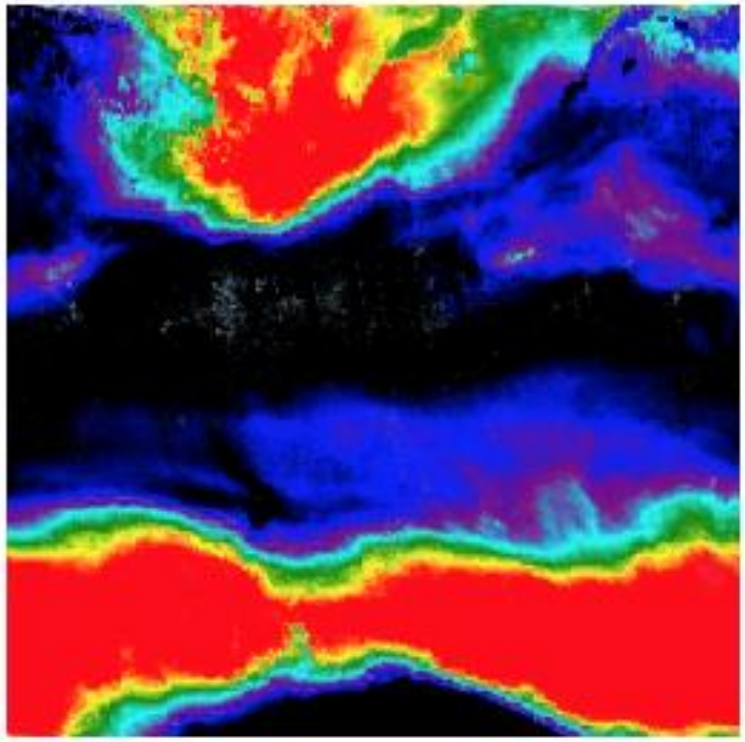
https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog

Earth engine. Клиентские библиотеки

Sentinel-5P NRTI NO2: диоксид азота почти в реальном времени



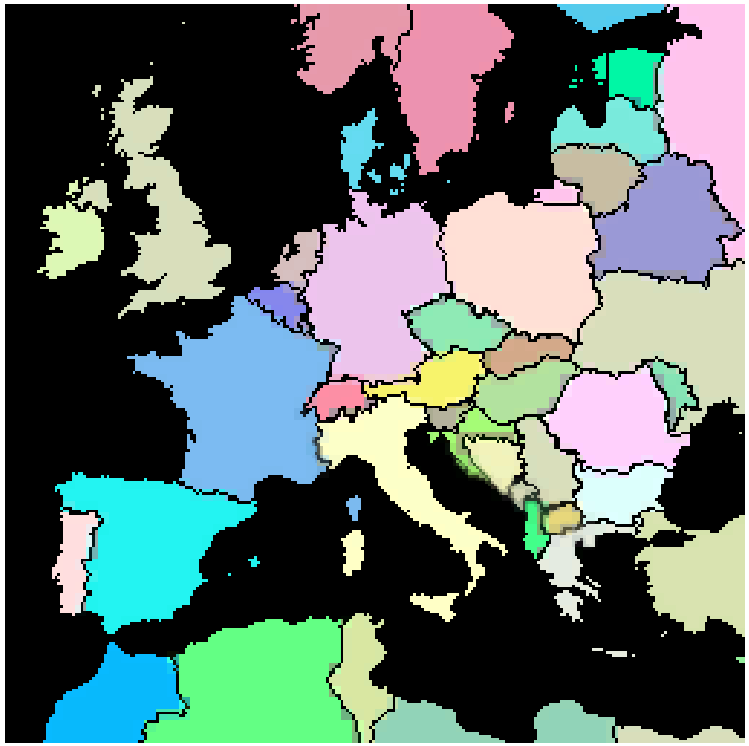
Sentinel-5P NRTI O3: Озон почти в реальном времени



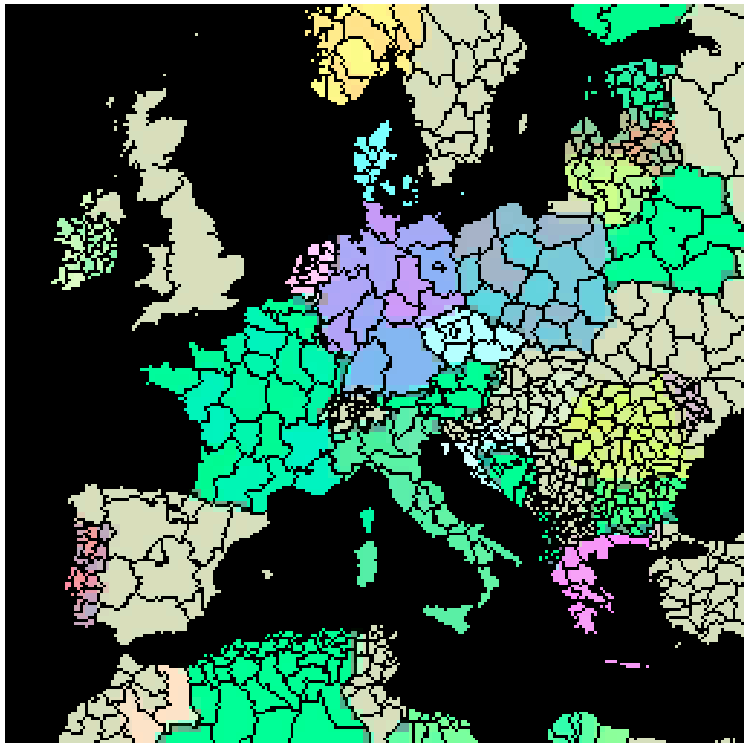
https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog

Earth engine. Клиентские библиотеки

FAO GAUL: Global Administrative Unit Layers 2015, границы стран

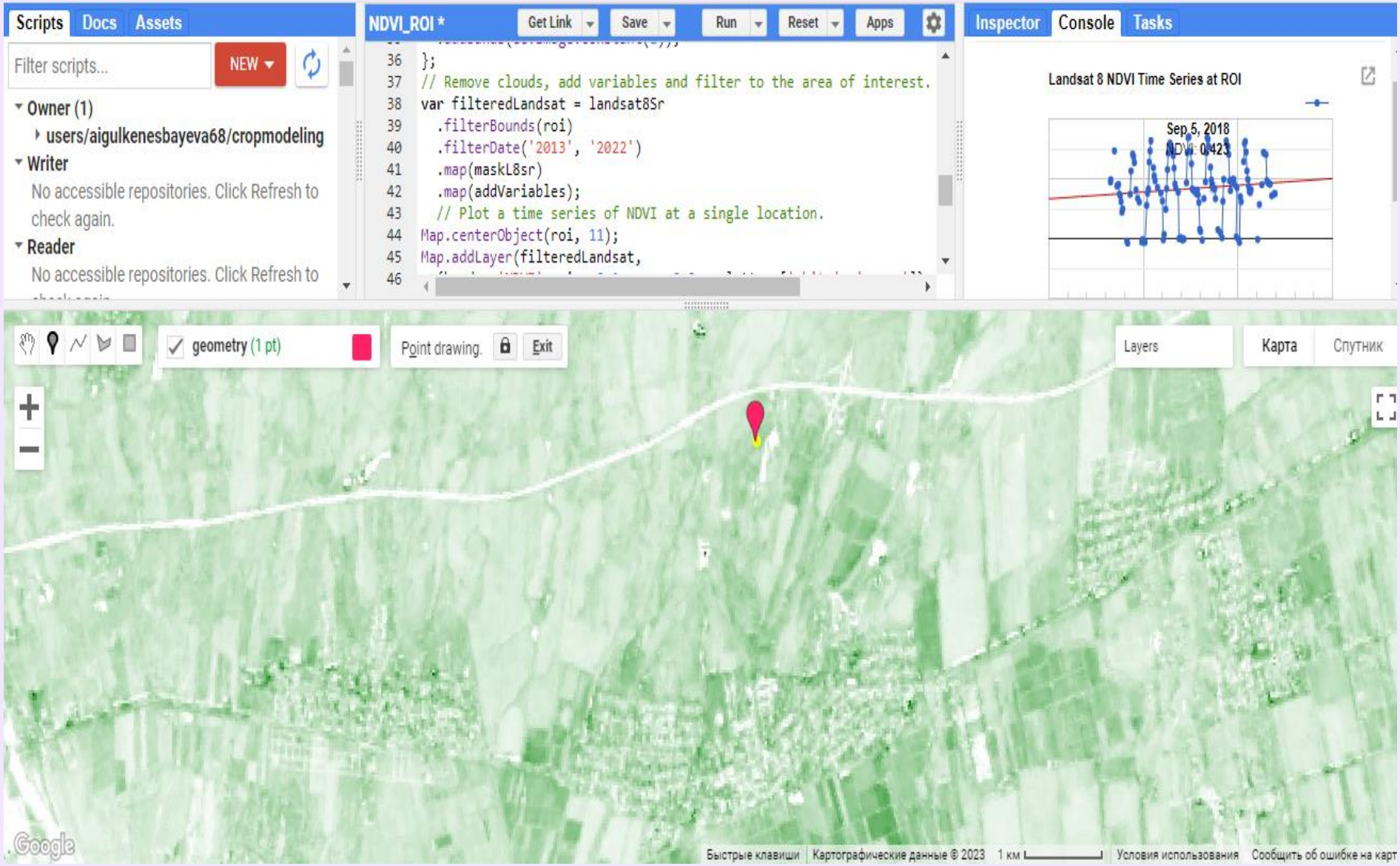


FAO GAUL: Global Administrative Unit Layers 2015, административные единицы

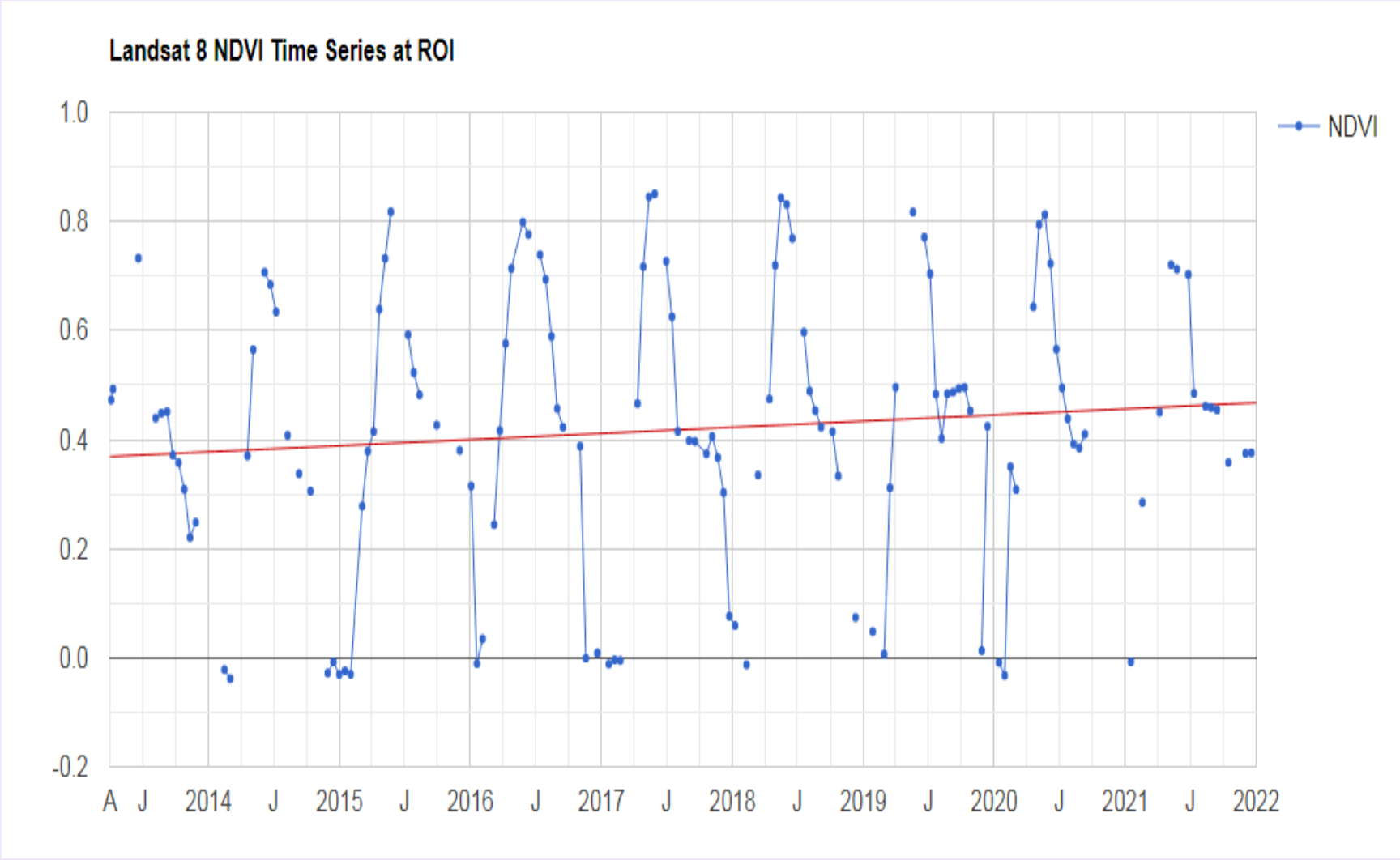


https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog

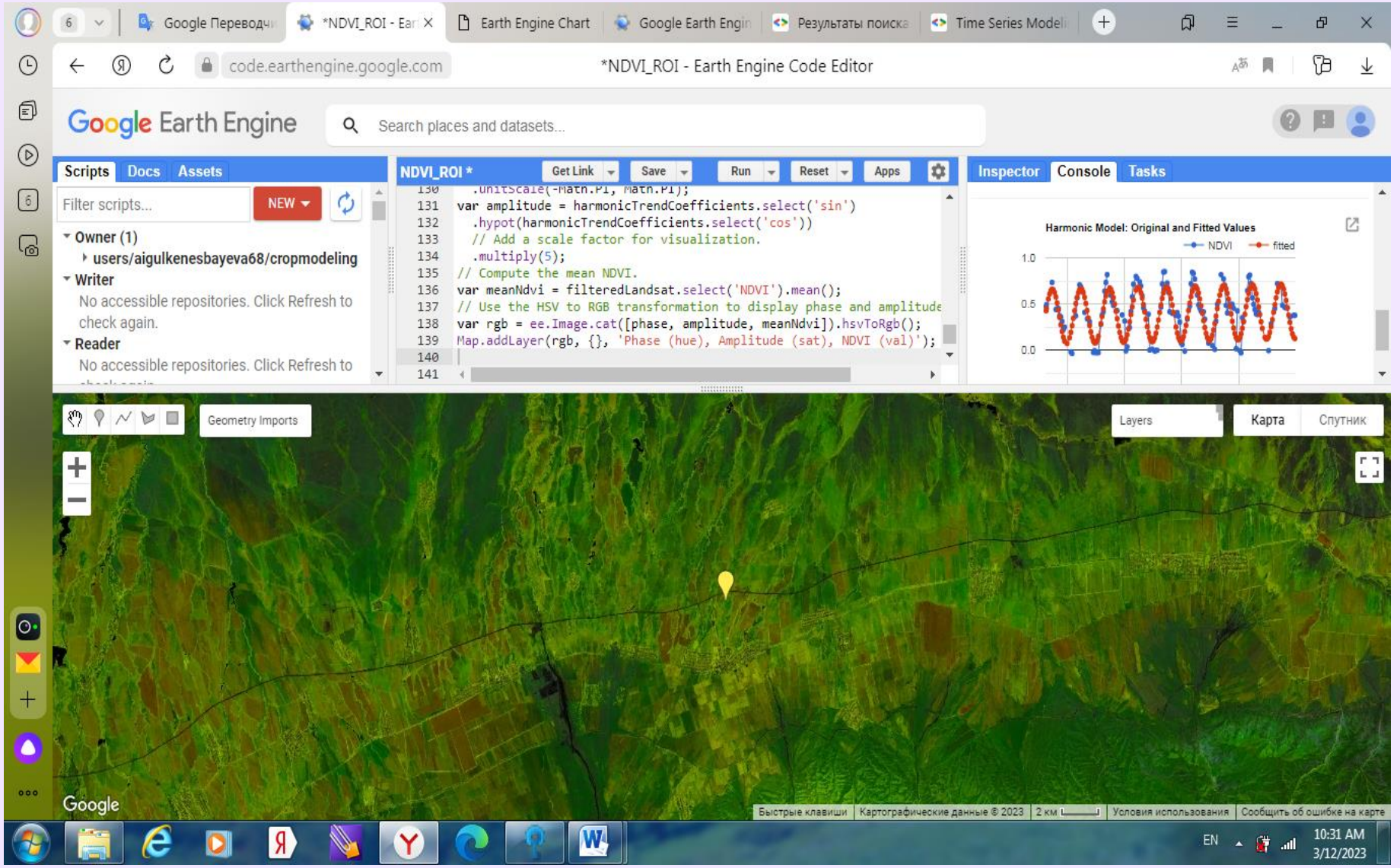
Вычисление NDVI в Google earth engine



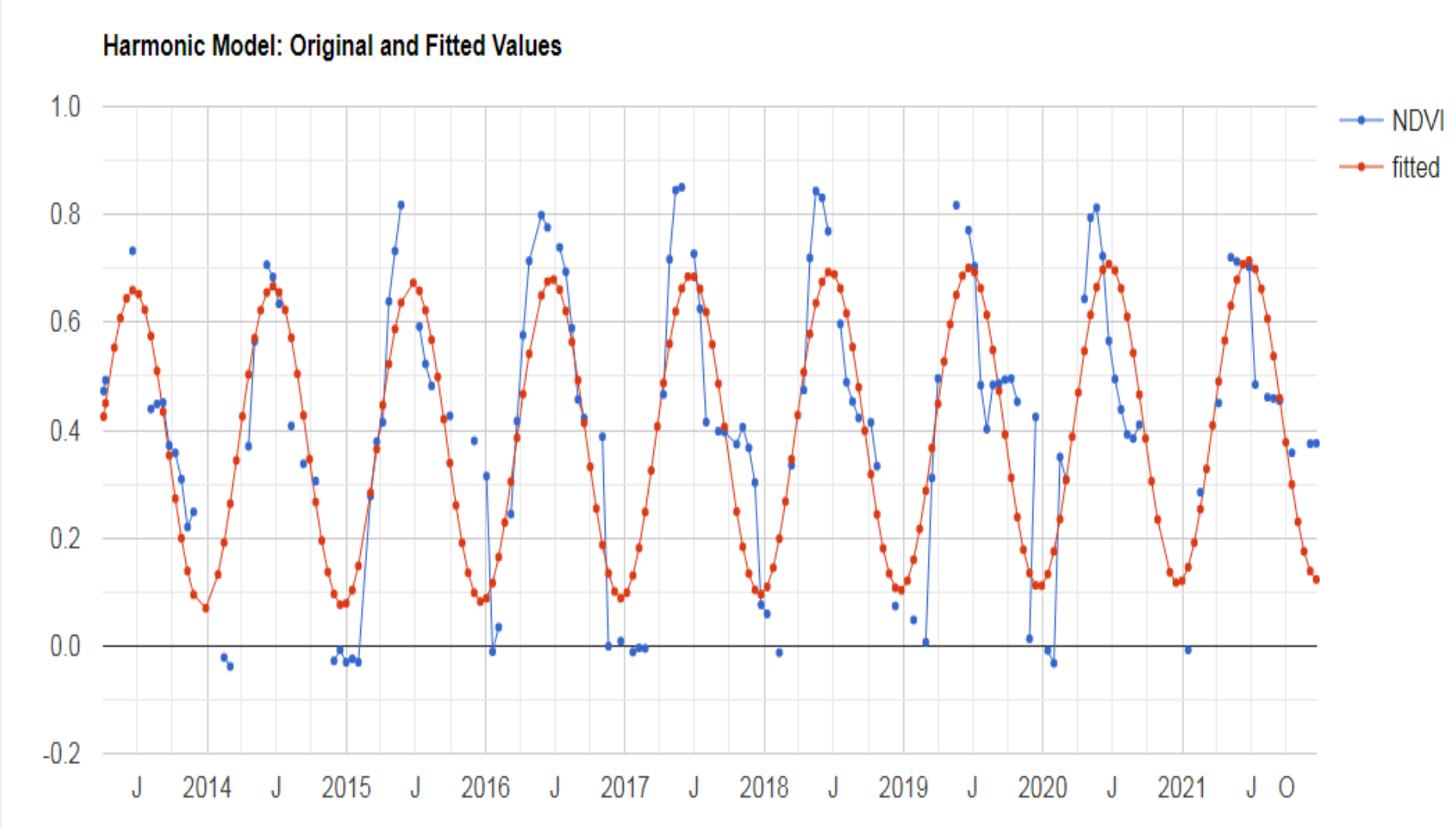
Вычисление NDVI в Google earth engine



Моделирование изменений NDVI в Google earth engine



Моделирование изменений NDVI в Google earth engine



Полезные ссылки

- http://www.miigaik.ru/upload/iblock/eec/eec5799a3ead6011d48e5c3c2e4a7f2c.pdf
- http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news
- https://blog.onesoil.ai/ru/what-is-ndvi
- https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140
- https://earthengine.google.com/faq/
-