Картографирование состояния и динамики мировых лесов

Щепащенко Д.Г.

ведущий научный сотрудник

- Международного института прикладного системного анализа, Австрия
- Института леса им. В.Н.Сукачёва СО РАН
- Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

Координатор рабочей группы IUFRO по бореальным и горным лесам

Дистанционные инструменты наблюдения за структурой лесов и фитомассой

Название миссии	Космическое агентство	Дата запуска (ожидаемая)	Тип инструмента	Разрешение инструмента	Biomass map Resolution	Географическое покрытие	Требования к точности
ICESat-2	NASA	09/2018	532 nm photon counting lidar	13m footprint aggregated to 100-m transect	NA	Global	NA
SAOCOM 1A	CONAE	10/2018	L band SAR	10-100 м	NA	Global	NA
GEDI	NASA	12/2018	1064 nm waveform lidar	25 m circular footprint	1 km	ISS (+/- ~51.6°)	<20% standard error for 80% of forested 1 km cells
SAOCOM 1B	CONAE	08/2020	L band SAR	10-100m depending on mode	NA	Global	NA
ALOS-4	JAXA	(2022)	L-band SAR	1-25 m depending on mode	NA	Global	NA
NISAR	NASA/ISRO	(2023)	L-band SAR	3 - 10 m depending on mode	1 ha	Global	<20% RMSE for <100 Mg/ha
BIOMASS	ESA	(2023)	P-band SAR	60 x 50 m with >6 looks	4 ha	Global except western Europe and North America	<20% RMSE for AGB >50 Mg/ha; 10 Mg/ha for AGB ≤50 Mg/ha
MOLI	JAXA	(2023)	1064 nm waveform lidar	25 m circular footprint	NA	ISS (+/- ~51.6°)	NA
TanDEM-L	DLR	(2023)	L-band SAR	TBD	1 ha	Global	20% accuracy or 20 Mg/ha
Copernicus HPCM ROSE-L	ESA/EC	(2027)	L-band SAR	TBD	1 ha	Global	TBD

Источник: CEOS LPV Biomass, 2021

Высота полога леса

Potapov et al., 2020, 2022 Forest Extent and Height Change, 2000-2020

Дистанционные данные: Landsat + GEDI + ICESat-2

Пространственное разрешение 30 м, высота от 3 м

- Forest height, 2000, 2020 (forest height in meters)
- Forest height gain, 2000-2020 (forest height gain in meters)
- Forest height loss, 2000-2020 (forest height loss in meters)
- Forest extent, 2000, 2020 (0/1, 1 indicate forest presence)

Lang et al. 2022 **:** A high-resolution canopy height model of the Earth

Дистанционные данные: Sentinel + GEDI

Пространственное разрешение: 10 м, карта на 2020 год

Recently released landcover maps

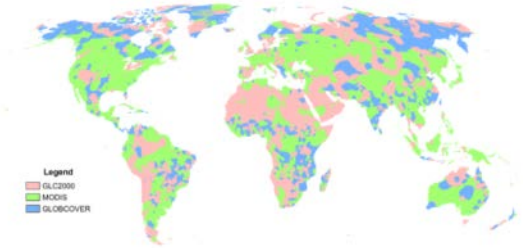
- Copernicus Global Land Service
  - 100 м (Proba-V), ежегодно 2015-2019, ожидается продолжение
  - 10 классов лесов (evergreen/deciduous, broadleaved/needle-leaved/mixed, closed/open)
  - Fractional Covers (процент леса в 100 м пикселе)
- ESA WorldCover
  - 10 м (Sentinel), 2020 г. Планируется ежегодно.
  - 10 классов земельного покрова, 1 класс лес
- HILDA+
  - 1 км (модель – дистанционные данные и статистика), ежегодно 1960-2019
  - 7 классов земельного покрова, 1 класс лес
  - Изменения (1960-2019): forest stable, loss, gain, gain and loss

Visualization
of Global Land Cover,
Biomass, Photos, etc.

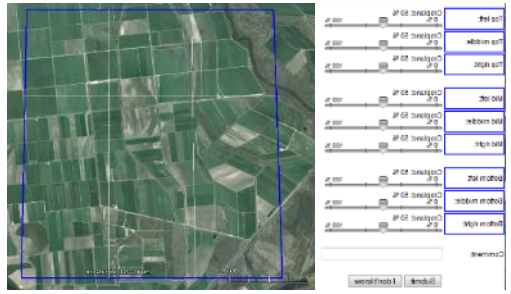
Crowdsourcing of
Land Cover
(Google Earth, Bing Maps)

Geo-Wiki

Creation of Hybrid
Land Cover Maps



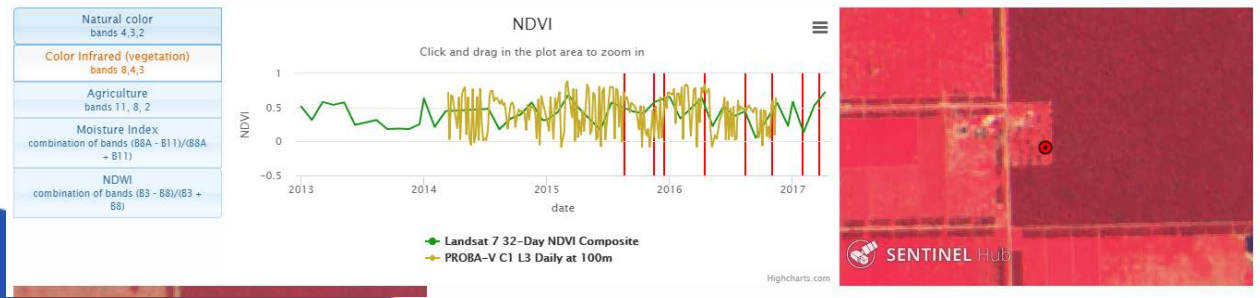
Validation of Land
Cover Maps



In-situ Data via
Geo-Wiki
Pictures,
FotoQuest Go app

Serious Games
(Cropland
Capture,
Picture Pile)

Estimation of forest cover using Geo-Wiki

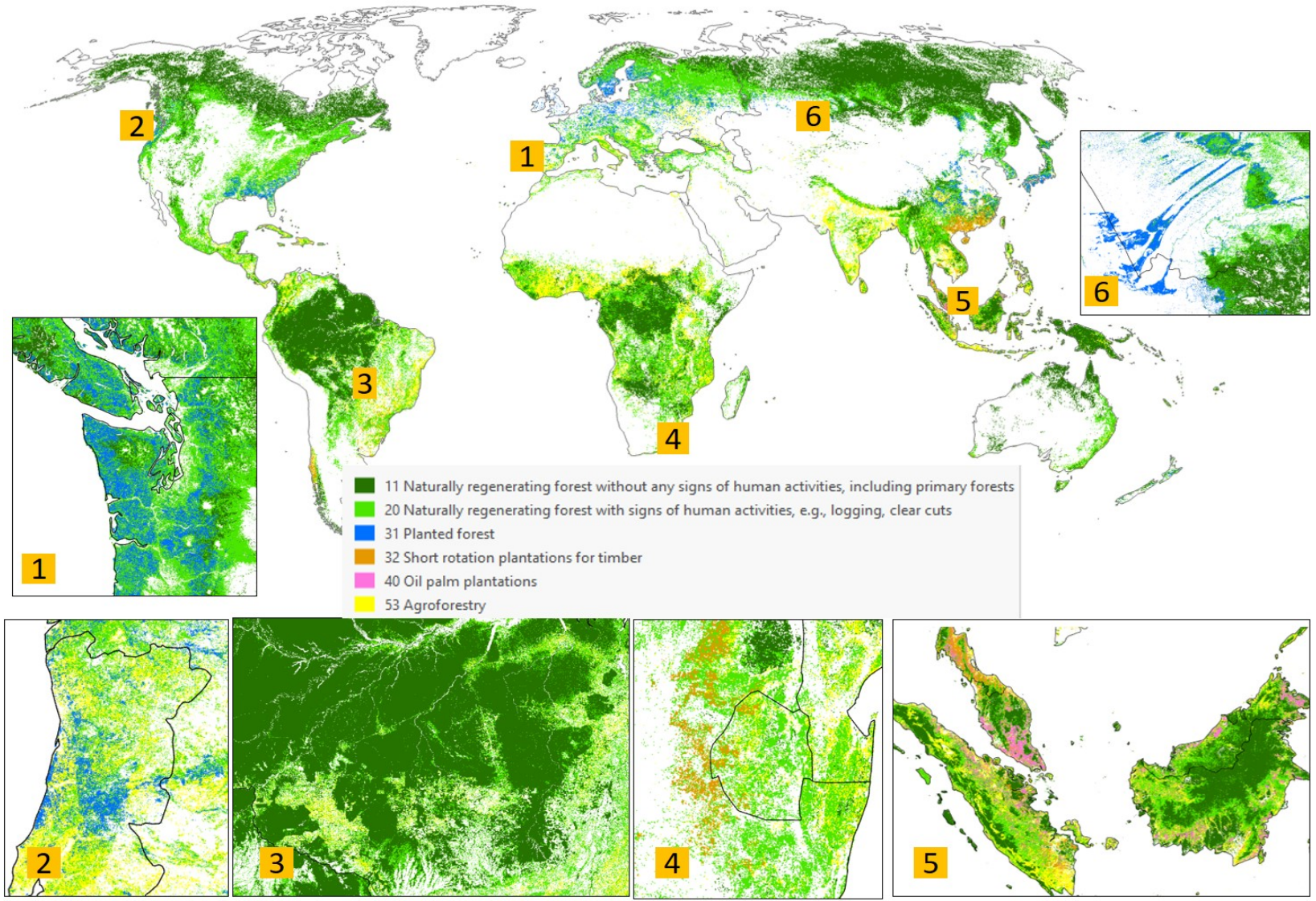


- Land cover type, forest / non-forest
- Homogenous / heterogeneous pixel
- Disturbances / changes (time series of VHR images)
- Low / medium / high biomass
- Young / old forest
- Plantation / natural
- Evergreen / deciduous

Statistically proved sample

Forest management intensity at global scale

Lesiv M., Schepaschenko D., et al. *Nature Scientific Data* (2022, accepted). Данные

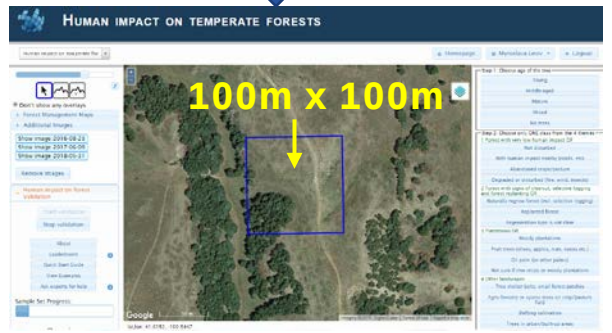


7 weeks
(4 campaigns)

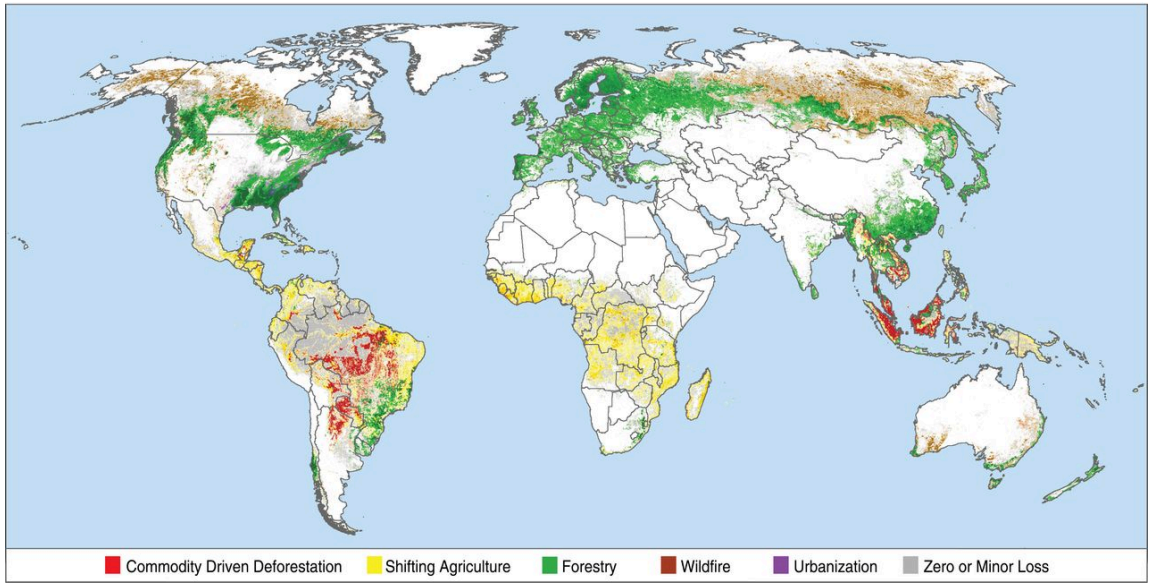
15 forest experts
130 participants

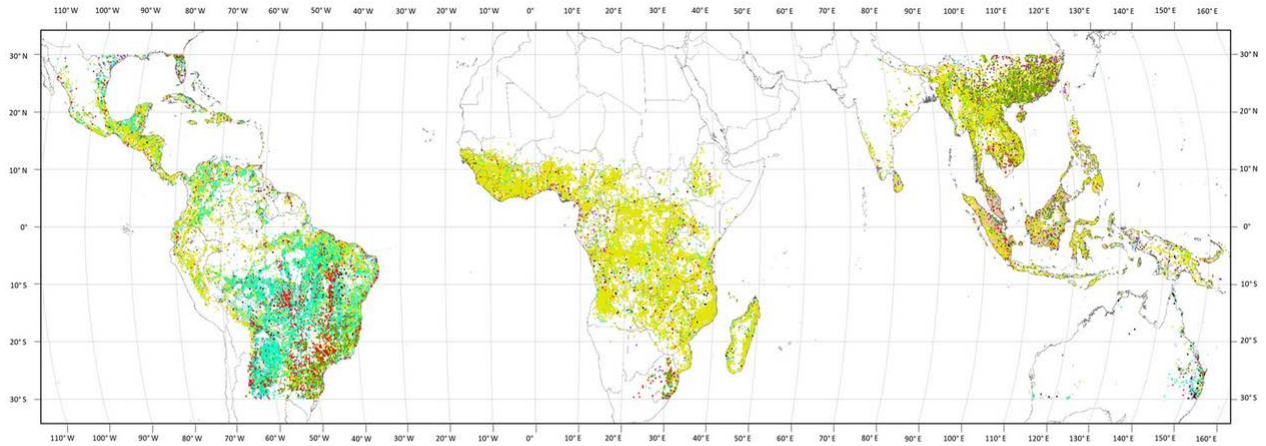
~200 000 locations

Geo-Wiki tool (geo-wiki.org)



Drivers of forest loss



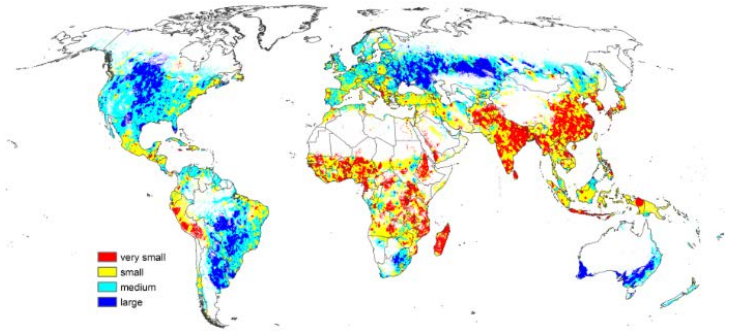


[Curtis et al.](#) **(2018)** – глобальная карта, 10 км - 1 главная причина для пикселя (forestry, shifting agriculture, wildfire, etc.), 5 тыс. тренировочных точек

[Laso Bayas](#) **et al. (2022)** – тропики, 1 км – несколько причин в пикселе, 115 тыс. тренировочных точек за 2 недели в Geo-Wiki

Geo-Wiki output

Agriculture field size

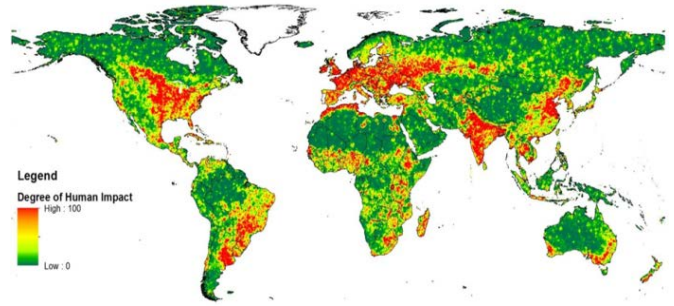


Lesiv et al. (2018) in ***Global Change Biology***

Forest management

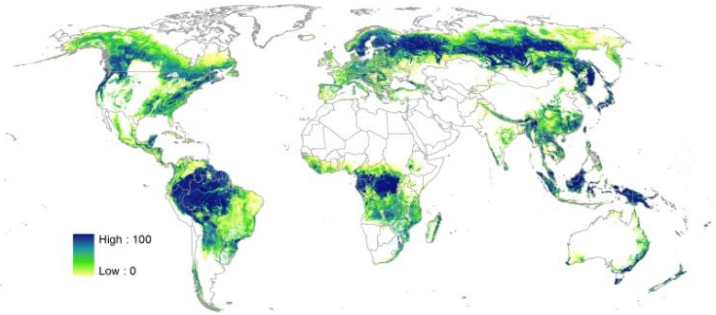
Lesiv, Schepaschenko et al. (2022)
in Scientific Data

Human impact



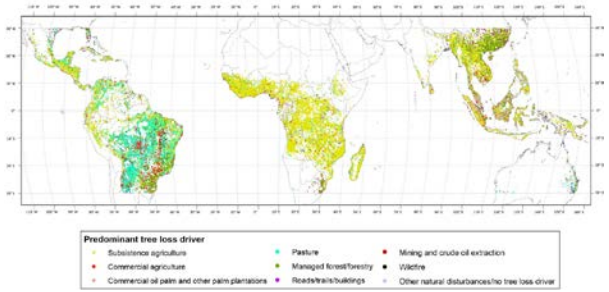
See et al. (2015) in **Technological Forecasting and Social Change**

Forest mask



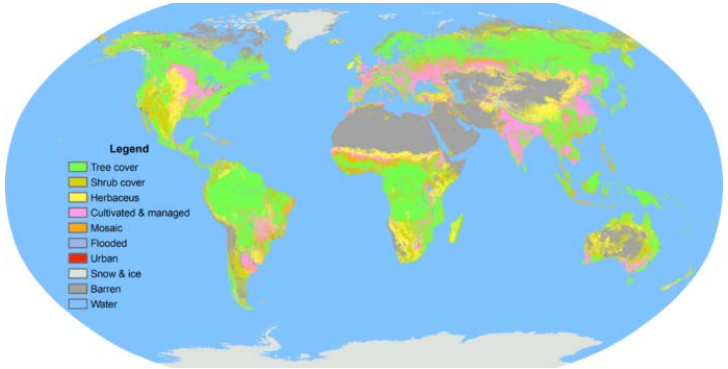
Schepaschenko et al. (2015) in
Remote Sensing of Environment

Drivers of tropical forest loss



Laso Bayas et al. (2022)
in ***Scientific Data***

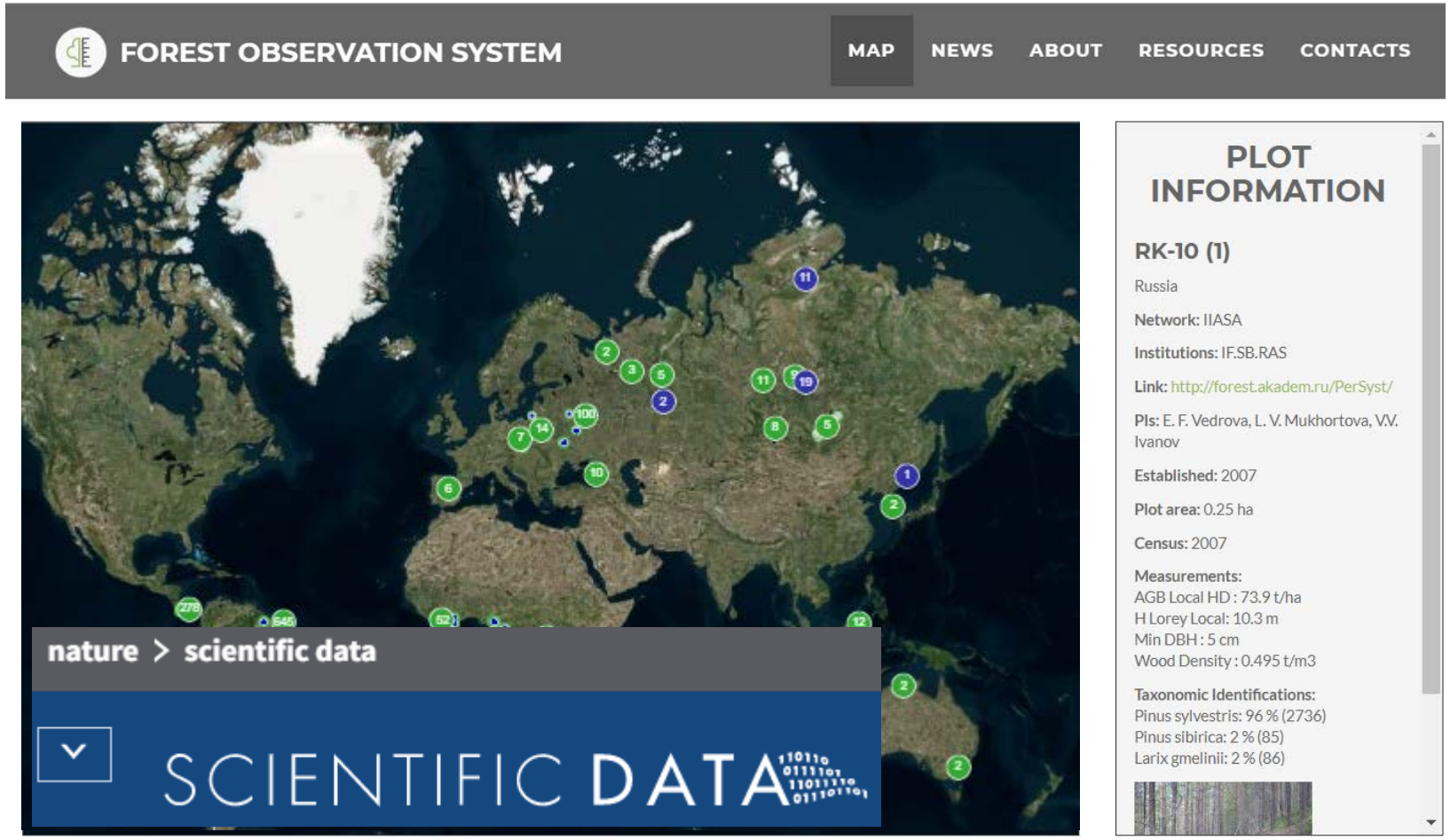
Land cover



See et al. (2014) in ISPRS **Photogrammetry and Remote Sensing**

Федерация лесных обсерваторий

Forest-Observation-System.net



ЦЭПЛ

ИГКЭ

ФАУ ДПО ВИПКЛХ
Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МГУЛ

Государственный природный ЗАПОВЕДНИК ТУНГУССКИЙ

СТОЛБЫ

Денежкин Камень заповедник

NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE

IBL

Montes

CzechGlobe

International Institute for Applied Systems Analysis

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER

Smithsonian Tropical Research Institute

AMAP

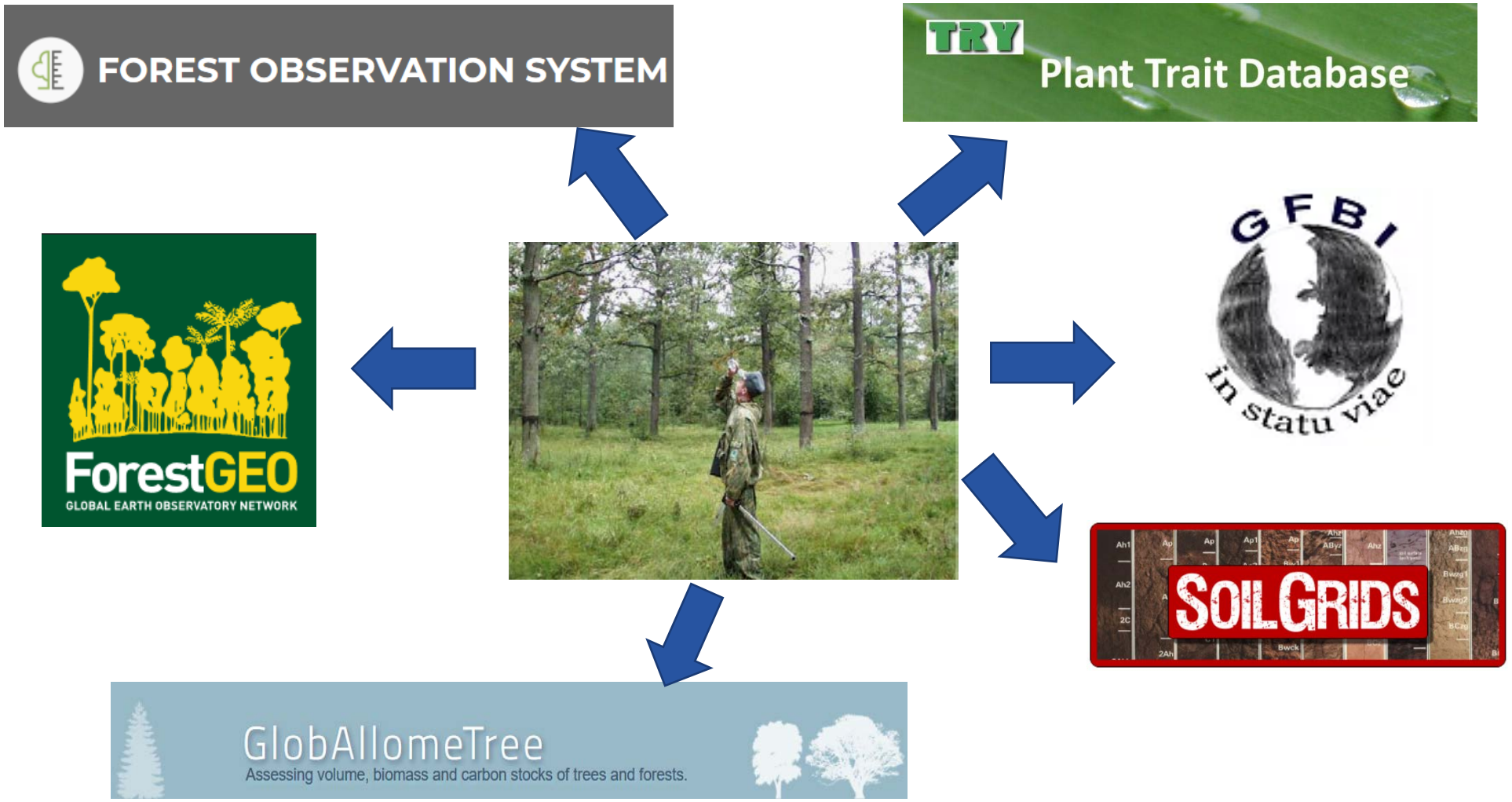
cirad

UCL

TU WIEN TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

UNIVERSITY OF LEEDS

Sharing data – win-win strategy



Дискуссия / альтернативное мнение:
de Lima et al. (2022) Making forest data fair and open // *Nature Ecology & Evolution*

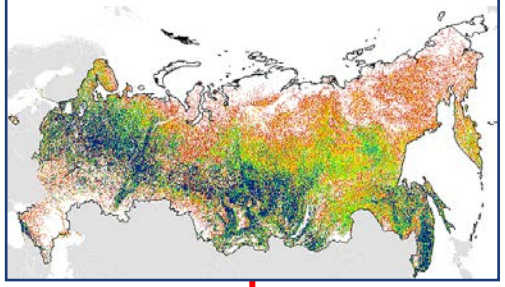
Российские леса поглощают значительно больше углерода, чем считалось ранее

Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported

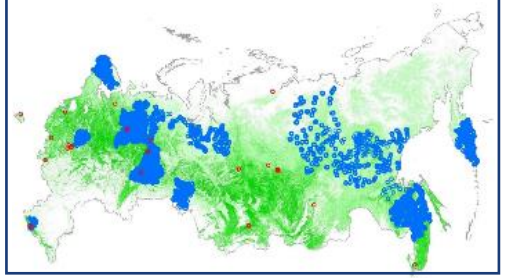
Scientific Reports, 1, 12825 (2021). https://www.nature.com/articles/s41598-021-92152-9

Dmitry Schepaschenko, Elena Moltchanova, Stanislav Fedorov, Victor Karminov, Petr Ontikov, Maurizio Santoro, Linda See, Vladimir Kositsyn, Anatoly Shvidenko, Anna Romanovskaya, Vladimir Korotkov, Myroslava Lesiv, Sergey Bartalev, Steffen Fritz, Maria Shchepashchenko, and Florian Kraxner

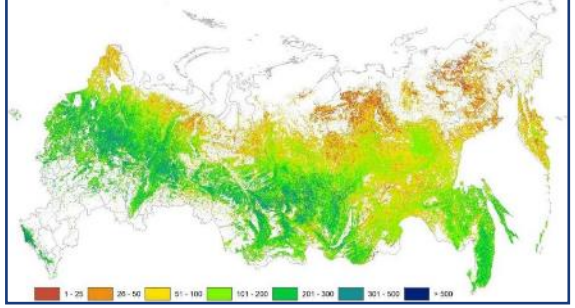
Дистанционные:
- GlobBiomass
- CCI Biomass



Наземные данные:
- ГИЛ
- FOS (научные)



Новая оценка запасов



Метод:

- Calibration of global remote sensing-based maps with ground plots NFI (~10’000 plots) and FOS (100 research plots) -
- Reference: Soviet Union inventory for the year 1988

Основные выводы:

- Запас древесины в лесах России на 2014 год: $111 \pm 1.3 * 10^9$ м^3, или на 39% выше, чем в ГЛР
- Увеличение в фитомассе управляемых лесов за 1988-2014:
  354 Тг С год$^{-1}$ или $1300 * 10^6$ т CO_2 экв. год$^{-1}$
  47% выше, чем в Национальном кадастре

Результат сотрудничества:

- ЦЭПЛ РАН, IIASA (Австрия), Федеральное агентство лесного хозяйства, ФГБУ Рослесинфорг, СФУ, ИЛ им. В.Н. Сукачёва СО РАН, ИГКЭ им. акад. Ю.А. Израэля, University of Canterbury (Новая Зеландия), Gamma Remote Sensing (Швейцария), ВИПКЛХ, ИКИ РАН

Карты лесной фитомассы

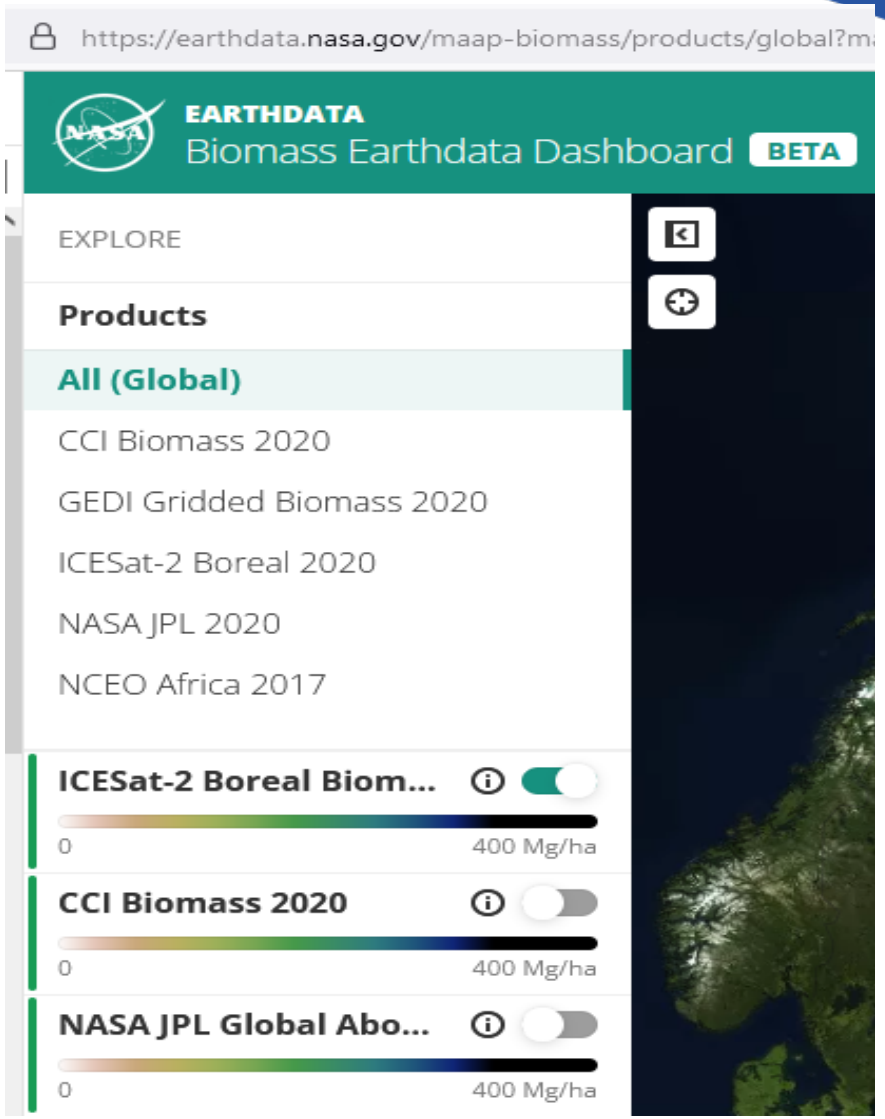
[ESA GlobBiomass 2010]

[ESA CCI Biomass 2017, 2018]

Пространственное разрешение 100 м,

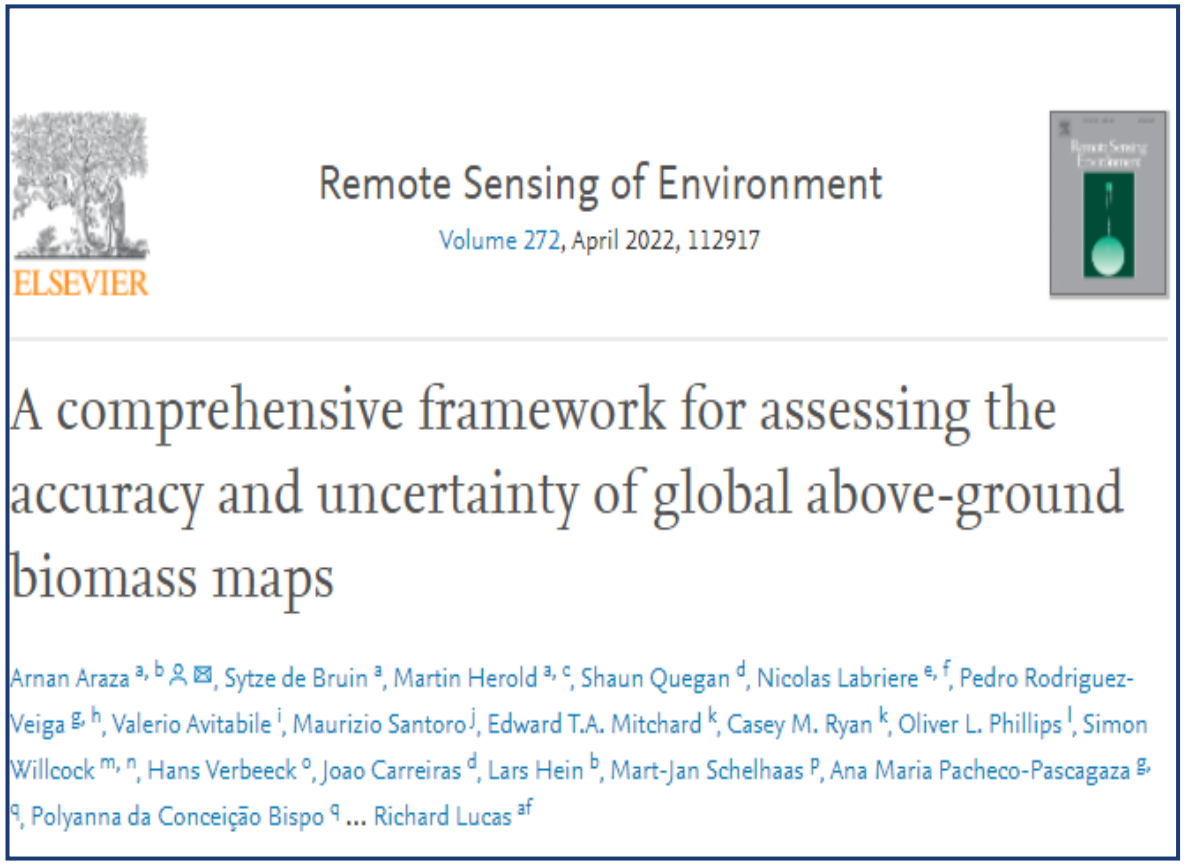
Преимущественно на основе радарных инструментов

Планируется ежегодные карты на 2017-2022 годы + изменение



https://earthdata.nasa.gov/maap-biomass/

Валидация и калибровка глобальных карт фитомассы



ELSEVIER

Remote Sensing of Environment

Volume 272, April 2022, 112917

A comprehensive framework for assessing the accuracy and uncertainty of global above-ground biomass maps

Arnan Araza [a, b], Sytze de Bruin [a], Martin Herold [a, c], Shaun Quegan [d], Nicolas Labriere [e, f], Pedro Rodriguez-Veiga [g, h], Valerio Avitabile [i], Maurizio Santoro [j], Edward T.A. Mitchard [k], Casey M. Ryan [k], Oliver L. Phillips [l], Simon Willcock [m, n], Hans Verbeeck [o], Joao Carreiras [d], Lars Hein [b], Mart-Jan Schelhaas [p], Ana Maria Pacheco-Pascagaza [g, q], Polyanna da Conceição Bispo [q] ... Richard Lucas [af]

https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112917

Committee on Earth Observation Satellites

CEOS Working Group on Calibration and Validation

Land Product Validation Subgroup

Aboveground Woody Biomass Product Validation

Good Practices Protocol

Version 1.0 – 2021

Editors: Laura Duncanson, Mat Disney, John Armston, Jaime Nickeson, David Minor, Fernando

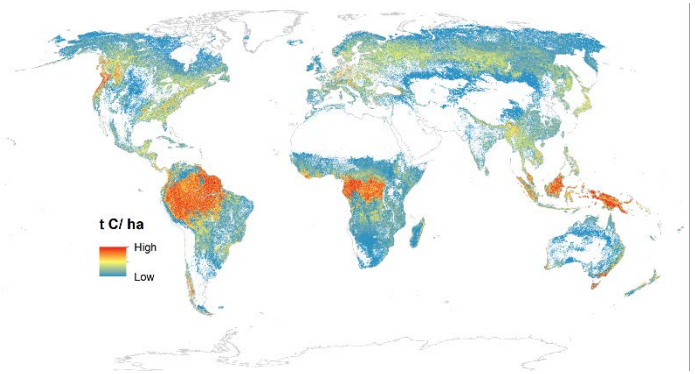
https://lpvs.gsfc.nasa.gov/PDF/CEOS_WGCV_LPV_Biomass_Protocol_2021_V1.0.pdf

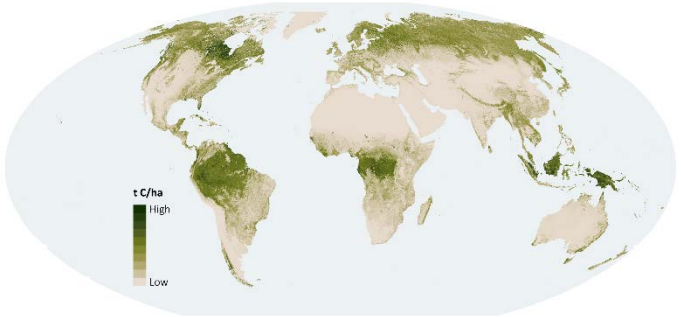
Nature map explorer

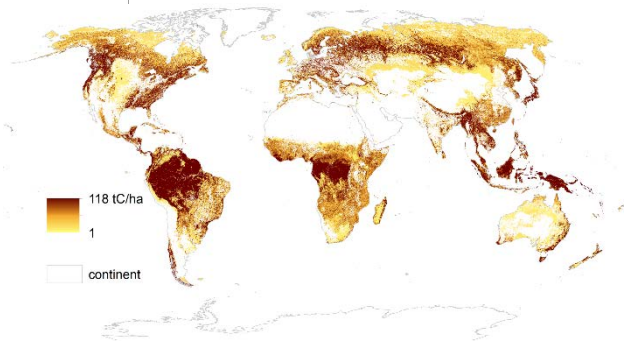
https://explorer.naturemap.earth/map

- Terrestrial habitat types
- Potential Natural Vegetation
- Human impact on forests
- Species richness
- Biomass carbon
- Vulnerable carbon
- Areas of global significance for conservation

UN Environment Programme
World Conservation Monitoring Centre
(UNEP-WCMC)







IIS INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABILITY

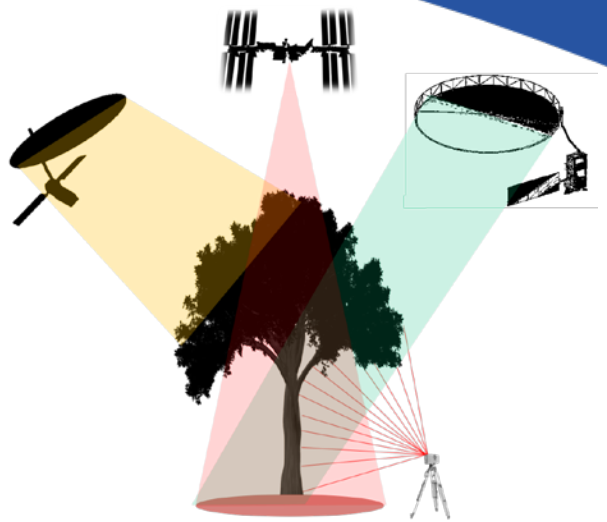
UN environment programme WCMC

Royal Botanic Gardens Kew

Norad

IIASA 50 International Institute for Applied Systems Analysis

Спасибо за внимание!



Dr. Dmitry Schepaschenko
Senior Research Scholar
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) | Web: http://www.iiasa.ac.at/ESM
Schlossplatz 1, A-2361 Laxenburg, Austria
E-Mail: schepd@iiasa.ac.at | Phone: +43 2236 807-453 | Skype: schepd | Google Scholar publications

Guest Leading Researcher
Siberian Federal University, Russia | Web: http://www.sfu-kras.ru/en/

Guest Leading Researcher
Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (CEPF RAS) |
Web: http://cepl.rssi.ru/en/

Guest Leading Researcher
V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS | Web: http://forest.akadem.ru/

Coordinator
IUFRO working group 8.01.06 – Boreal and Alpine Forest Ecosystems |
Web: https://www.iufro.org/science/divisions/division-8/80000/80100/80106/