

# **Метод оценки продуктивности восстанавливающегося лесного покрова на основе продуктов обработки данных ДЗЗ и моделей хода роста лесных насаждений**

*Жарко В.О.<sup>1</sup>, Барталев С.А.<sup>1, 2</sup>, Богодухов М.А.<sup>1, 2, 3</sup>*

<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН

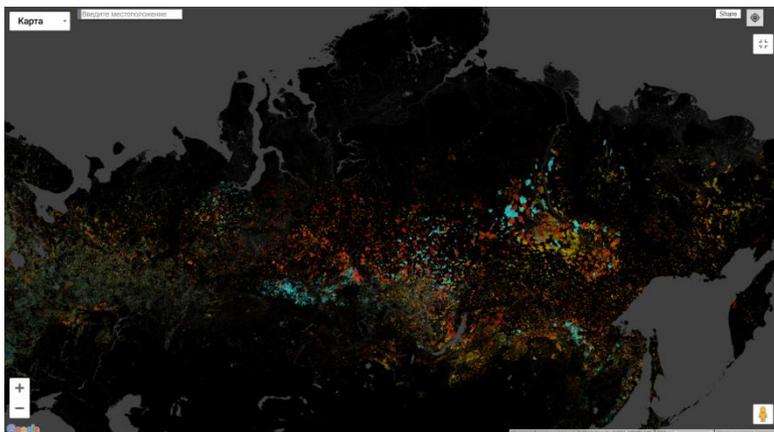
<sup>2</sup>Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

<sup>3</sup>Московский физико-технический институт

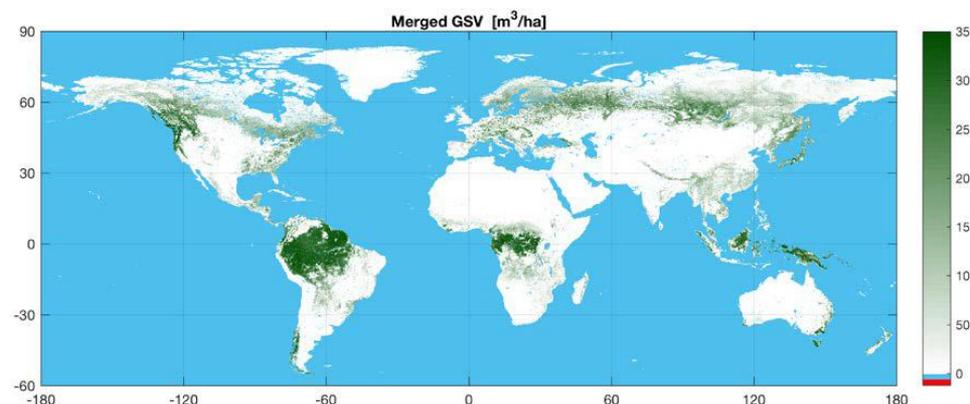
# Цель исследования

Анализ возможностей использования метода оценки продуктивности (класса бонитета) восстанавливающегося после вырубок лесного покрова на основе совместного использования данных существующих геоинформационных продуктов и таблиц (моделей) хода роста лесных насаждений.

# Используемые данные



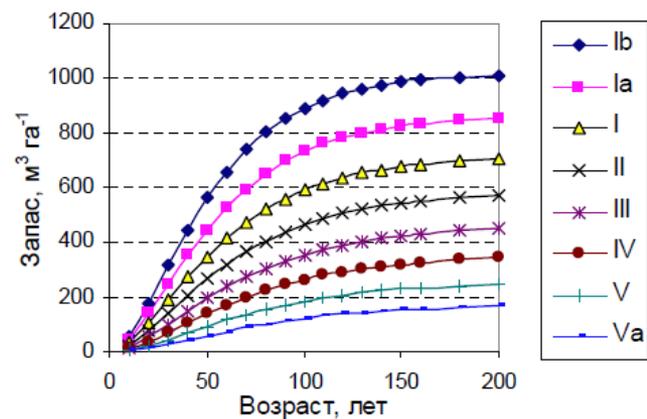
**Global Forest Change** (Hansen et al. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850–53.)



**Globbiomass** (Santoro et al. "A detailed portrait of the forest aboveground biomass pool for the year 2010 obtained from multiple remote sensing observations," *Geophysical Research Abstracts*, vol. 20, pp. EGU2018-18932, EGU General Assembly 2018, 2018.)



**Карта растительности России** (Егоров и др. Карта растительного покрова России, полученная по данным спутниковой системы Proba-V // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 2. С. 282-286.)



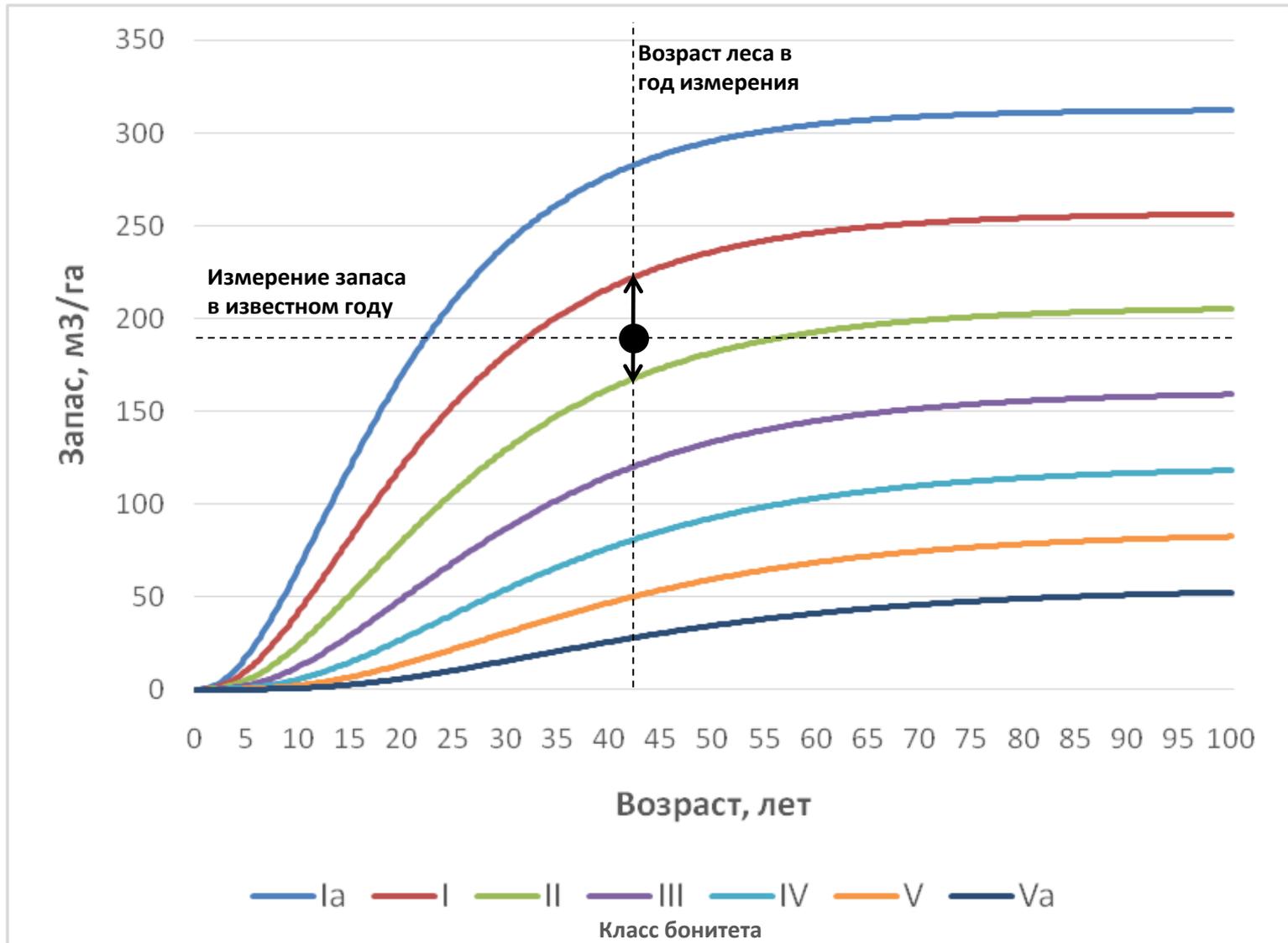
**Таблицы хода роста** (Швиденко и др. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии. М., 2008. 886 с.)

# Территория исследования



Лесной район хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ

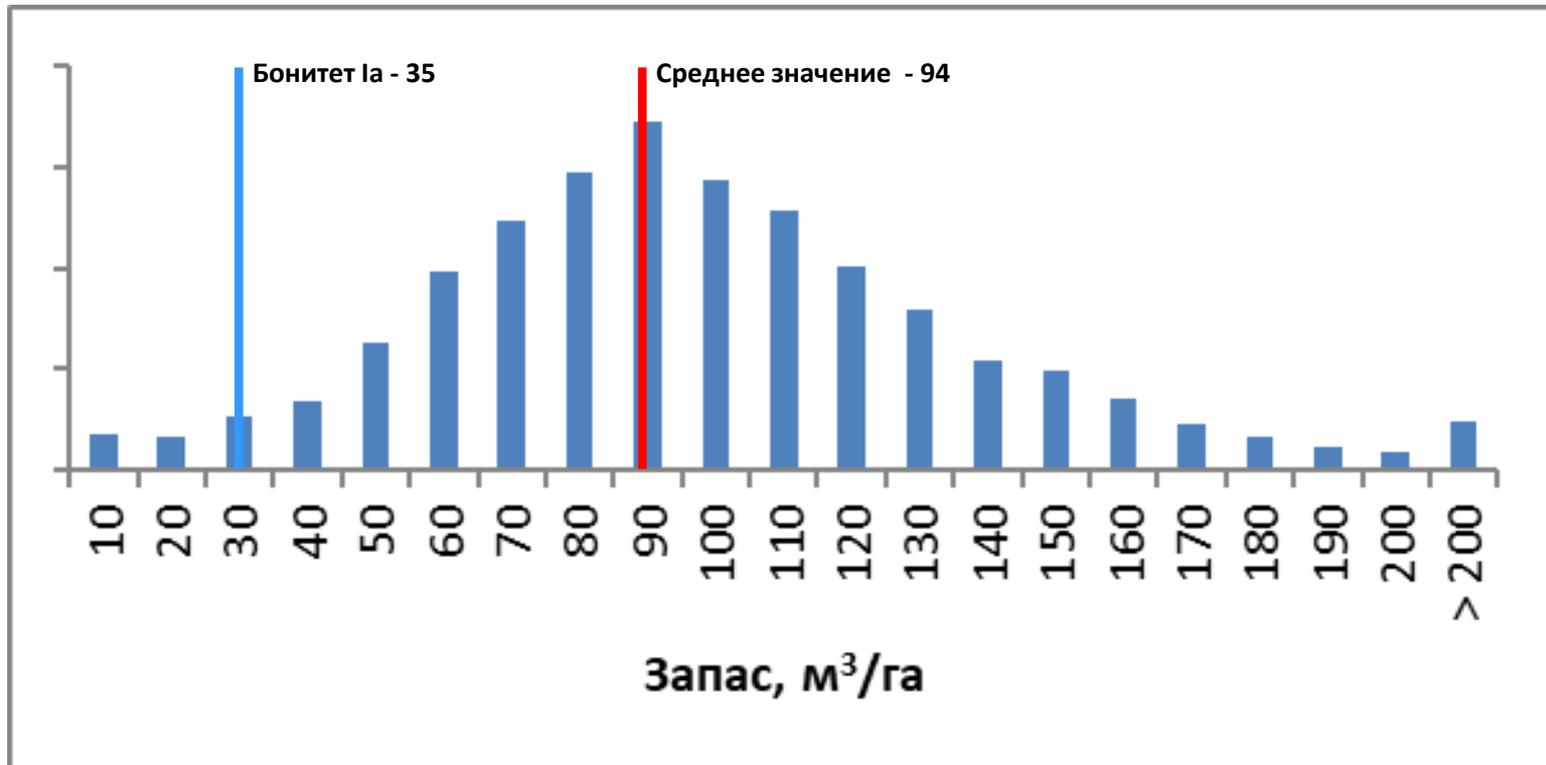
# Схема работы метода



# Обработка данных

- Фильтрация одиночных пикселей в данных Global Forest Change;
- Выбор пикселей Globbiomass (100 м), целиком лежащих в пределах однородных участков исчезновения лесного покрова одного и того же года по данным Global Forest Change (30 м);
- Определение участков, на которых происходит восстановление лесного покрова различной породной структуры по данным Карты растительности России (2016 г);
- Объединение смежных пикселей одинаковой породной структуры с одинаковым годом исчезновения лесного покрова в вырубке;
- Для каждой вырубке определяется возраст восстанавливающегося лесного покрова в году, соответствующему данным Globbiomass (2010), и выбор таблицы хода роста, соответствующей его породной структуре и экорегиону.

# Запас восстанавливающегося лесного покрова



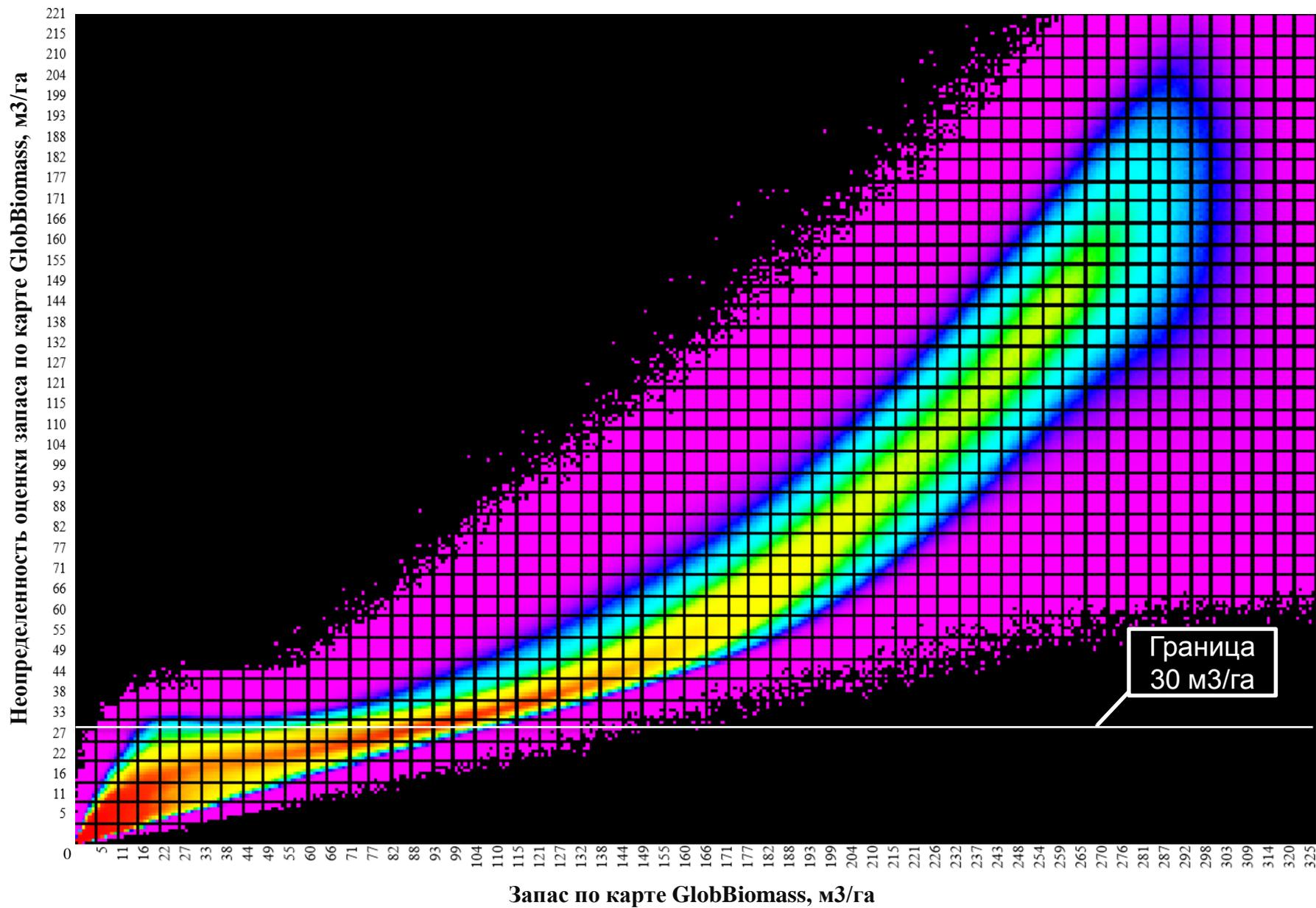
Гистограмма запасов восстанавливающегося после вырубок 2003 года (по данным Global Forest Change) лиственного леса (согласно Карте растительности России) в 2010 году (по данным Globbiomass) – возраст леса 7 лет.

Максимальный достижимый запас для Ia класса бонитета согласно таблицам хода роста модальных березовых древостоев Европейской части – 35 м³/га.

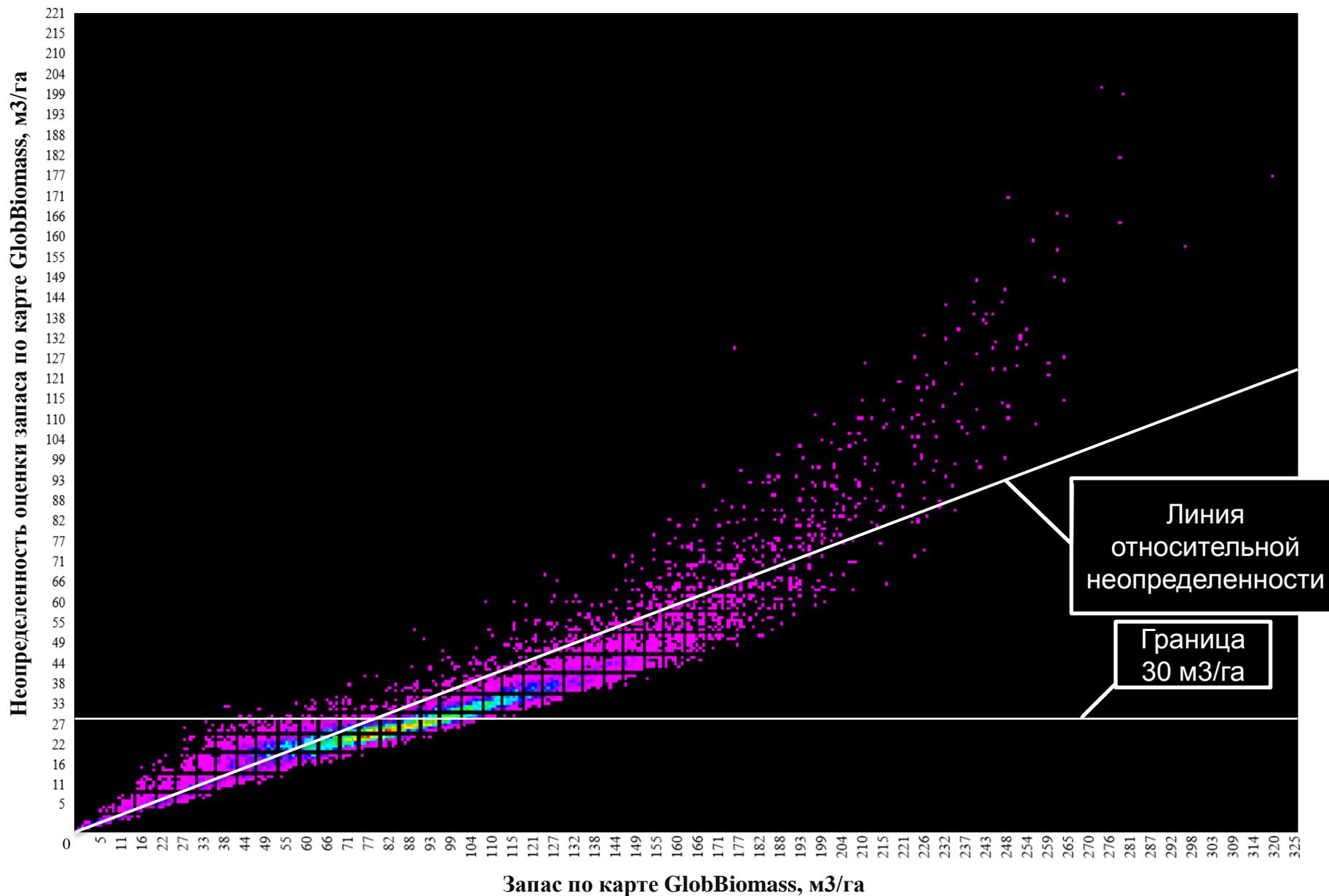
# Фильтрация данных

- Фильтрация граничных пикселей – снижение среднего значения запаса на  $\sim 10 \text{ м}^3/\text{га}$ , число вырубок уменьшается на порядок;
- Статистическая фильтрация пикселей в пределах каждой вырубки – снижение среднего значения на  $\sim 5 \text{ м}^3/\text{га}$ ;
- Фильтрация по значениям неопределенности (uncertainty) оценок запаса в данных Globbiomass:
  - фильтрация по относительному значению неопределенности исключает как низкие, так и высокие значения запаса, среднее значение не уменьшается;
  - фильтрация по абсолютному значению запаса – наиболее сильное снижение среднего значения.

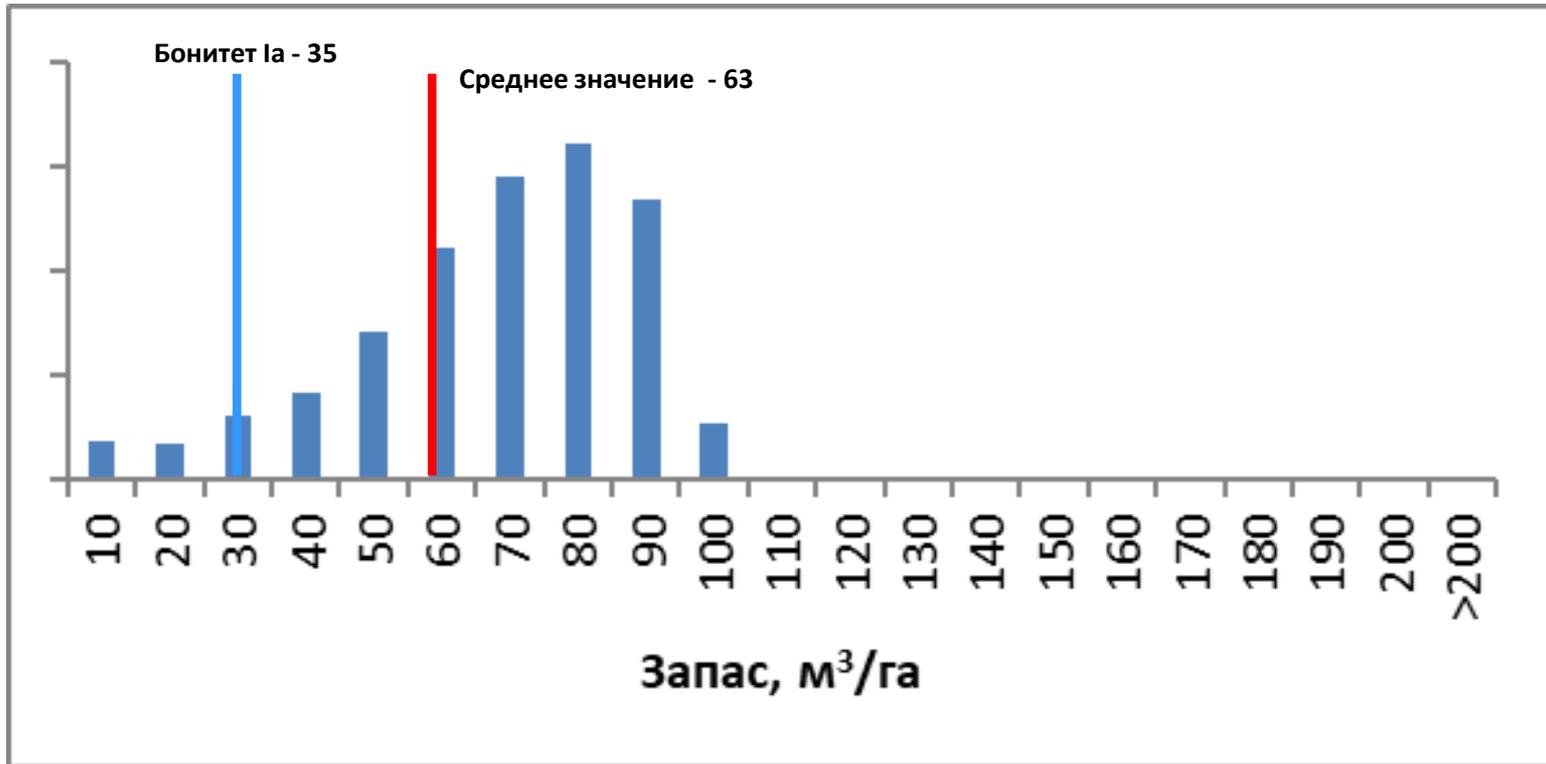
# Фильтрация по значениям неопределенности оценок запаса



# Фильтрация по значениям неопределенности оценок запаса



# Запас восстанавливающегося лесного покрова после фильтрации

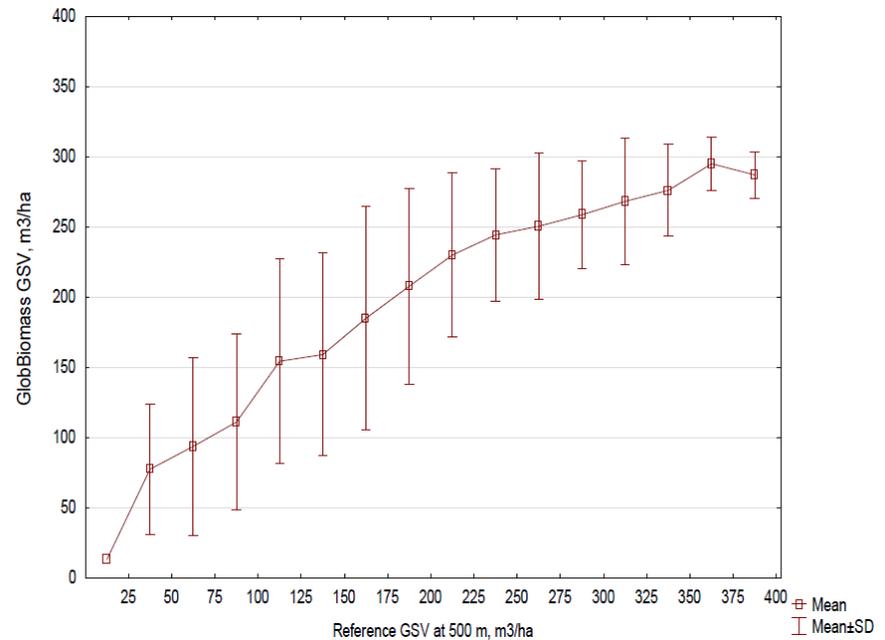
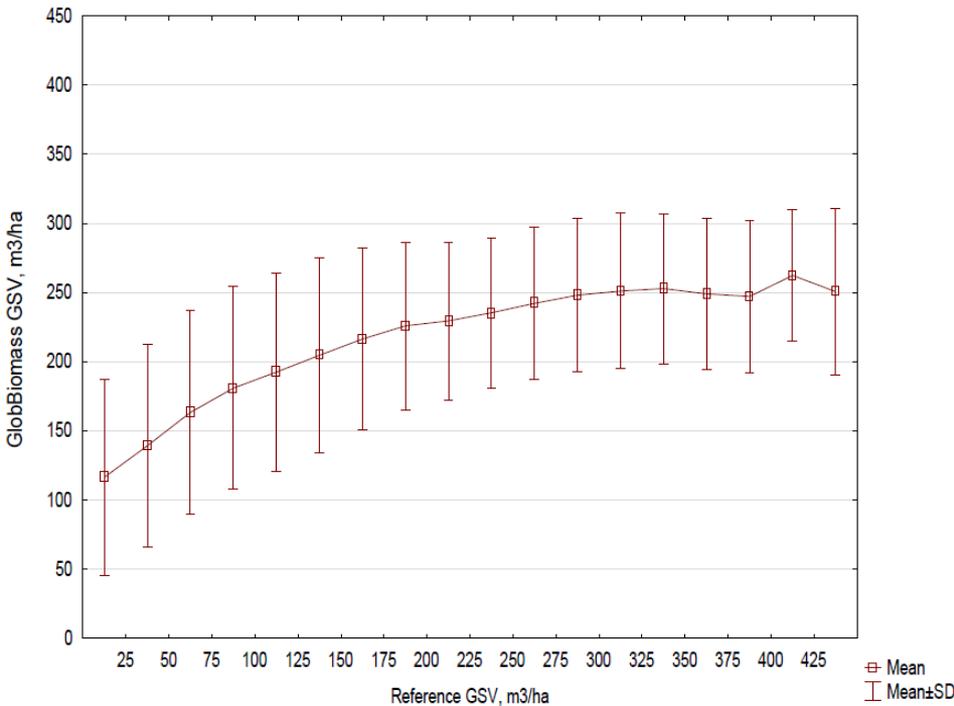


Гистограмма запасов восстанавливающегося после вырубок 2003 года (по данным Global Forest Change) лиственного леса (согласно Карте растительности России) в 2010 году (по данным Globbiomass) – возраст леса 7 лет (после фильтрации).

# Данные Globbiomass

“NOTE: Users should consider that the maps do not provide exact values at the level of a single pixel (1 hectare) or a few pixels. Care needs to be taken in areas of strong topography because of the viewing effects on the Earth Observation data.”

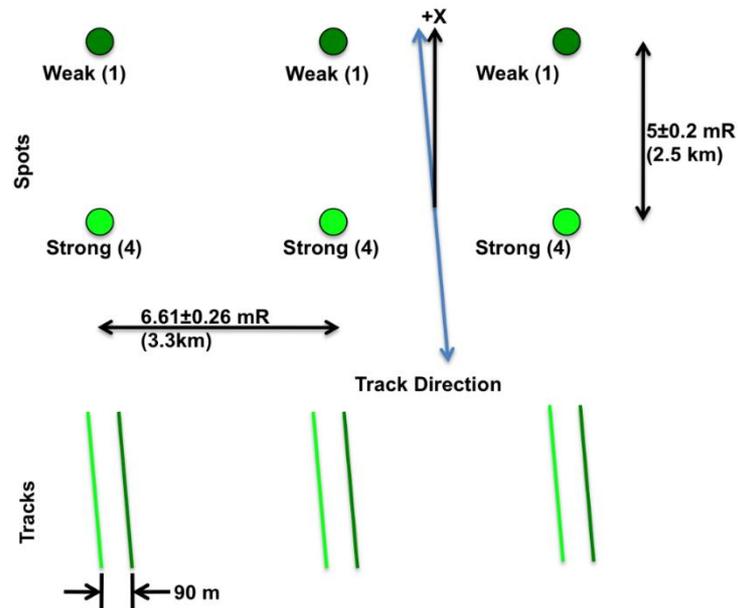
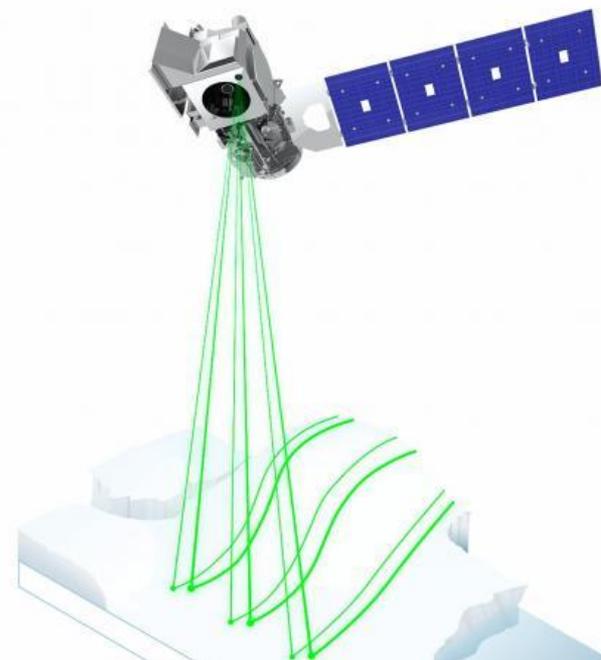
([http://globbiomass.org/wp-content/uploads/GB\\_Maps/Globbiomass\\_global\\_dataset.html](http://globbiomass.org/wp-content/uploads/GB_Maps/Globbiomass_global_dataset.html))



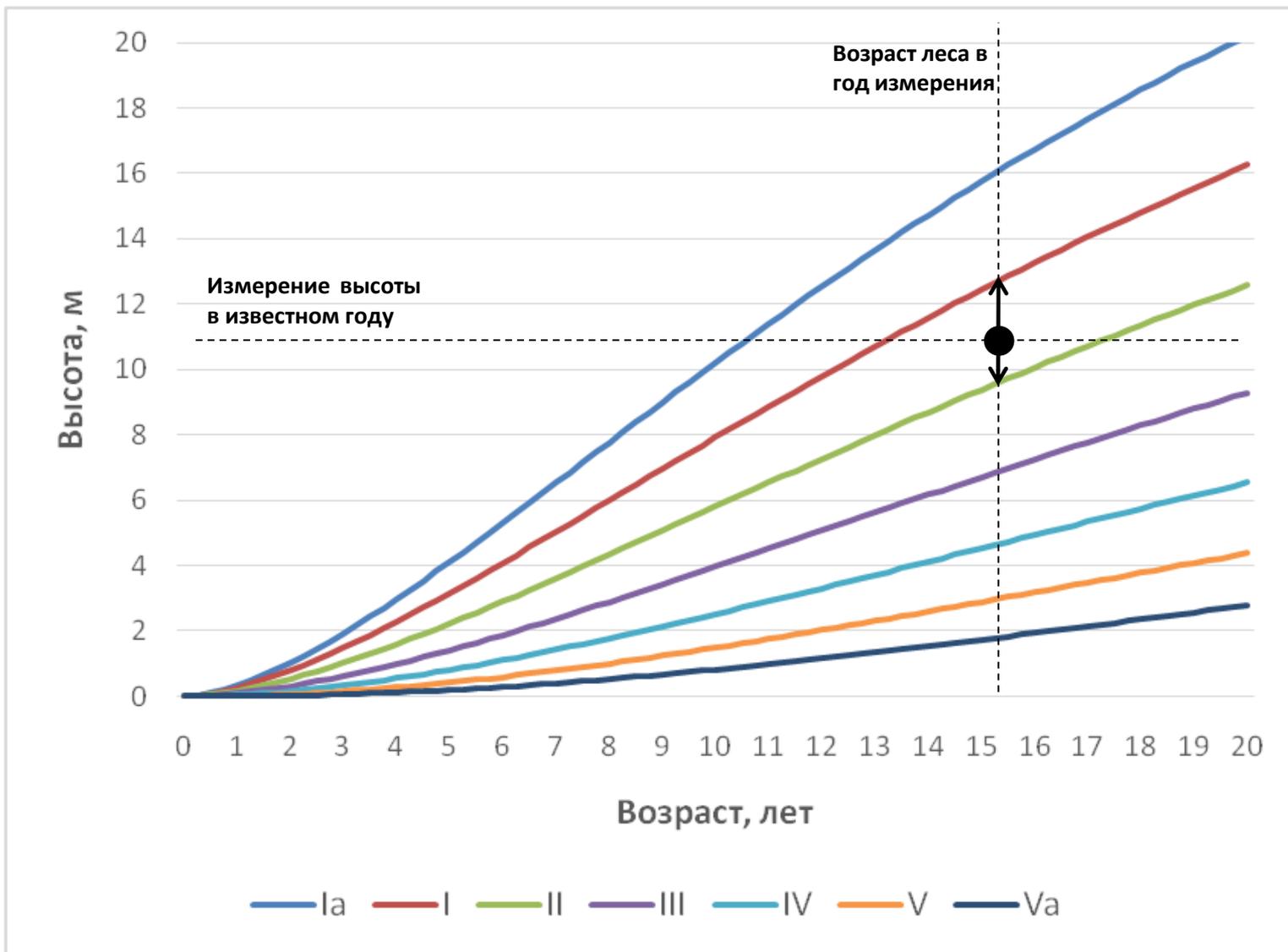
# Данные ICESat-2 (ATLAS)

Nominal duration of mission	3 years
Inclination	92 degrees
Altitude	~ 500 km
Number of beams	6 organized in 3 pairs
<b>Footprint size</b>	<b>13m</b>
Pulse repetition frequency	10kHz (~0.7m on the ground)
Laser wavelength	532 nm
Single-photon time-of-flight precision	800 ps
<b>Repeat orbit cycle</b>	<b>91-day</b>
Spatial Coverage	N: 90, S: -90, E: 180, W: -180

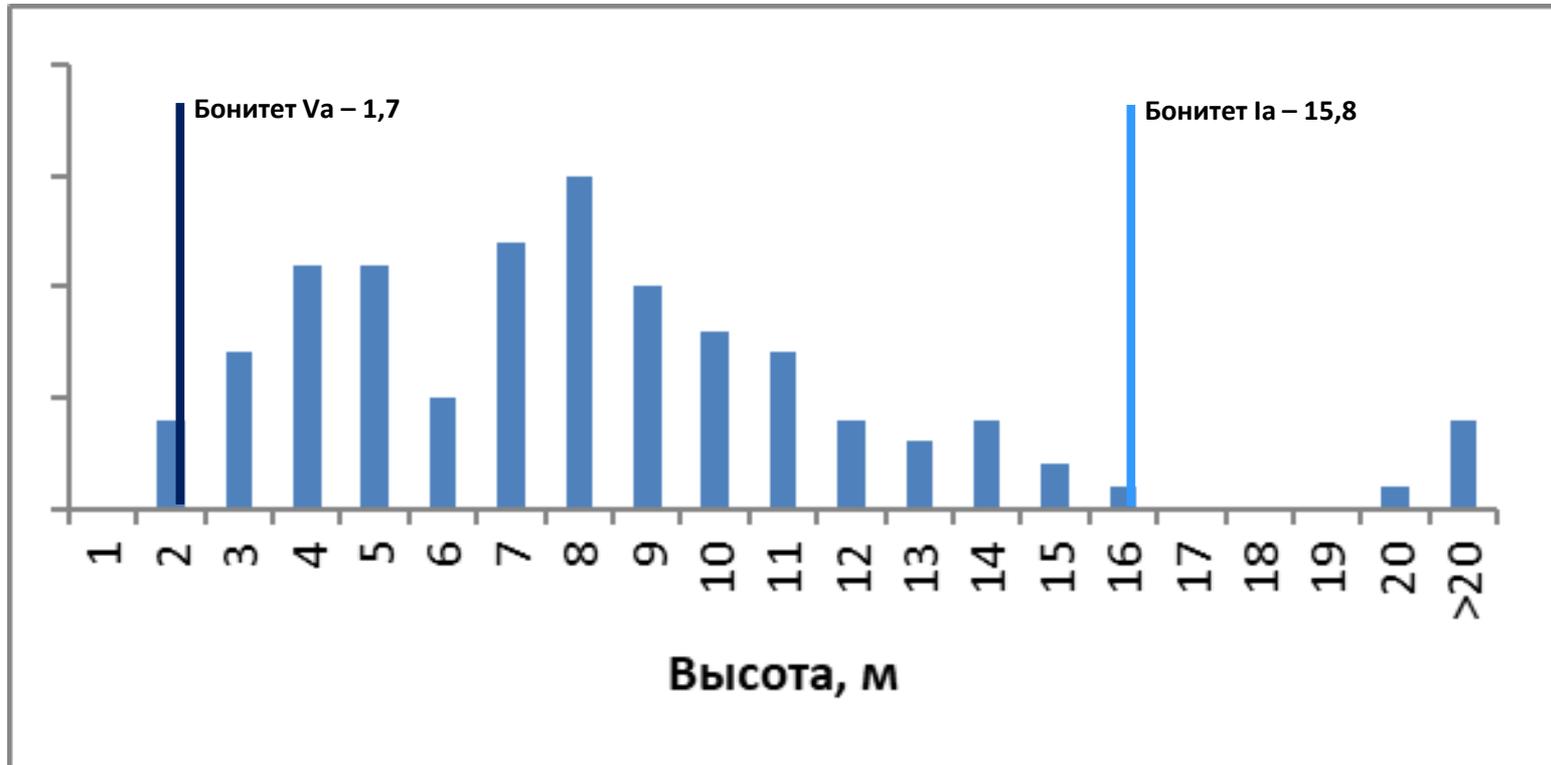
Neuenschwander et al. 2019. *ATLAS/ICESat-2 L3A Land and Vegetation Height, Version 2*. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center.



# Ход роста модальных березовых древостоев Европейской части

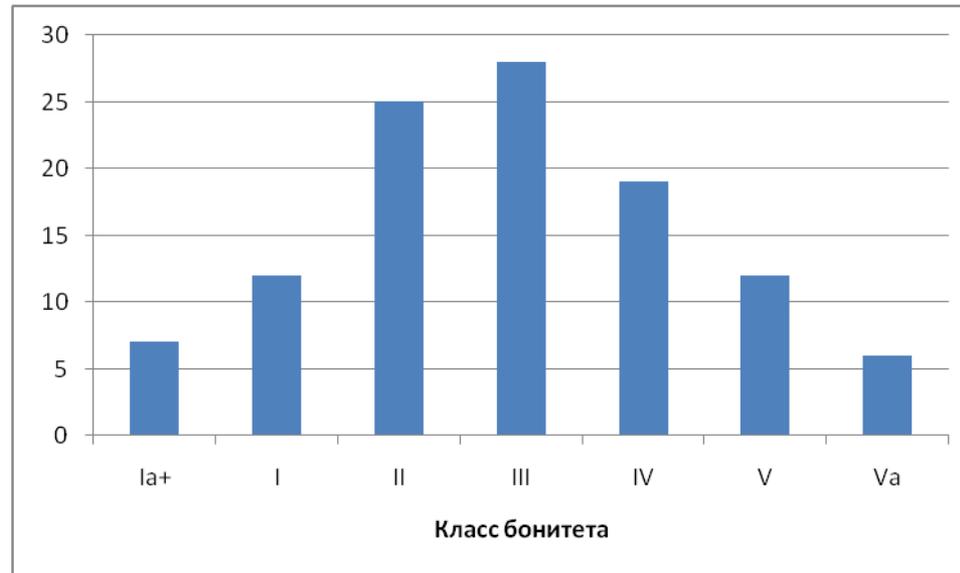


# Высота восстанавливающегося лесного покрова



Гистограмма высот восстанавливающегося после вырубок 2001-2003 года (по данным Global Forest Change) лиственного леса (согласно Карте растительности России) в 2018-2019 году (по данным IceSat-2).

# Распределение восстанавливающегося лесного покрова по бонитетам



## Дальнейшая работа

- Распространение метода на вся территорию России;
- Использование измерений высоты (в том числе совместно с полученными оценками бонитета и таблицами хода роста) для оценки других характеристик лесного покрова;
- Валидация получаемых оценок.

**Спасибо за внимание!**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-77-30015). Обработка и анализ данных выполнялись с использованием ресурсов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С.151-170).