

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН)

**Методика и результаты оценки запасов фитомассы
лесных пород по спутниковым изображениям
высокого пространственного разрешения**

(на примере лесов Ханты-Мансийского АО)



**Сурков Николай Витальевич
Сочилова Елена Николаевна
Ершов Дмитрий Владимирович**

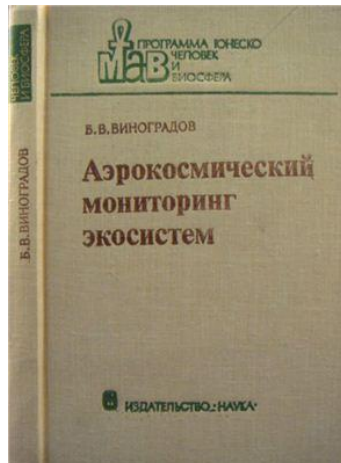
III Всероссийская научная конференция с международным участием
“НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ”
Москва, 30 октября –1 ноября 2018 г.

Цель работы:

Оценить запас фитомассы различных лесных пород по данным оптического ДЗЗ высокого пространственного разрешения

Задачи работы

1. Отбор эталонных участков древостоев различных пород
2. Классификация наземного покрова, в т.ч. породного состава древостоев
3. Восстановление значений запасов древесины по отражательной способности
4. Восстановление значений высот древостоев по отражательной способности
5. Переход к значениям возраста древостоя по таблицам хода роста
6. Восстановление значений фитомассы по конверсионным коэффициентам



Silva Fennica 1987, vol. 21 no 1: 69–94

Forest inventory by compartments using satellite imagery

Simo Poso, Raito Paananen & Markku Similä

TITELTÄMÄ: SATELITTIKUVIA HYÖKÄIKÄTTÄVÄ METSÄN INVENTOINTI JA SEURANTAMENETELMÄ

Poso, S., Paananen, R. & Similä, M. 1987. Forest inventory by compartments using satellite imagery. *Tuusula*. Suomen metsätieteellinen tutkimuslaitos. 26 p. 100 kpl.

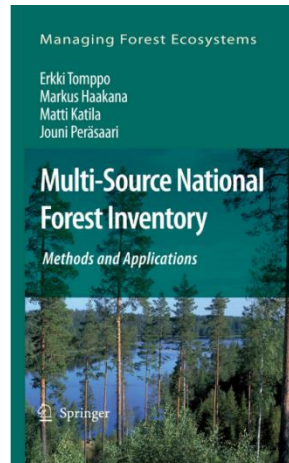
A method for using satellite data in forest inventory and updating is described and tested. The stand characteristics estimated by the method showed high correlation with the same characteristics measured in the field. The correlation coefficients for volume, age and mean height were about 0.85. It seems that the method is applicable to practical forestry. Extensive work in programming, however, is required.

Satellitistä hyödykäyttävä metsän inventointi ja seurantamenetelmä on esitetty ja testattu. Kuvasta estimoidut ja maasta mitatut metsäominaisuudet välikorrelaatioineen olivat noin 0,85 tilavuudelle, iälle ja keskihölkäälle. Menetelmä kelpaakin käytännön sovellukseen. Perustukset on suunniteltu yksinkertaisiin ja joustaviin ohjelmointisäätöihin.

Keywords: Landsat 5 TM, forest inventory and monitoring, two phase sampling, satellite information

Author's address: Poso & Similä: Dept. of Forest Measurement and Management, University of Helsinki, Untuskaankatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland. Paananen: National Board of Forestry, Kotkankatu 2, SF-00101 Helsinki, Finland.

Approved on 10.12.1986



Анализ возможности определения запасов древесных пород по спутниковым данным Landsat ETM

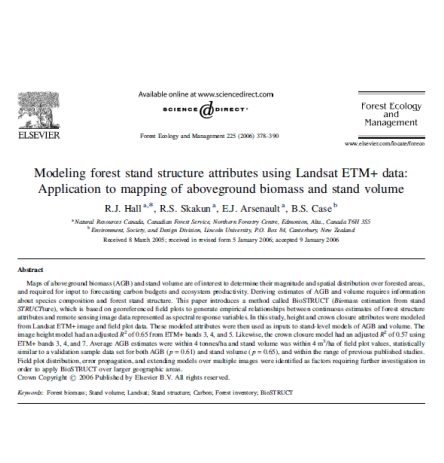
Е.И. Степанова, Д.В. Ефремов
Центр по прикладной экологии и природоохранности лесов Российской академии наук
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 34/32
E-mail: elena@yandex.ru

В работе изучается возможность использования данных спутниковой системы Landsat для определения запаса лесной древесины по спутниковым данным. Анализ проводится методом корреляционной регрессии между данными спутниковой системы Landsat и данными наземных измерений запаса древесины. В результате исследования получены зависимости между данными спутниковой системы Landsat и данными наземных измерений запаса древесины.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, дистанционное зондирование, лесное хозяйство

Краткий обзор состояния вопроса

В настоящее время важным условием успешного ведения лесного хозяйства является наличие актуальной информации о состоянии и динамике лесных ресурсов территории активного лесопользования. Спутниковые изображения используются для оценки площади лесов, качества территории, сложности древостоев, а также для выявления изменений в лесных популяциях, болезней леса, ветровалов и вырубок. На сегодняшний день в мире активно разрабатываются методы оценки высоты, диаметра, объема и биомассы древостоя по данным различных спутниковых систем в комбинации с наземными измерениями. В зависимости от измеримого параметра применяются разные методы тематической обработки изображений. Покрытую лесом площадь и жесткость территории оценивают с использованием методов тематической классификации спутниковых изображений. Метод независимого анализа на основе декомпозиции спектральных смесей в комбинации с оптимизацией по известным измерениям позволяет для оценки количества деревьев на единицу площади (Hokland et al., 2007). При комплексном использовании результатов спутниковой картографирования лесов, мониторинга Государственного учета лесного фонда и конверсионных коэффициентов перерасчета таксационных запасов в фитомассу (Лавренко и др., 2003) возможна интеграция оценки запасов биомассы основных лесобразующих пород на федеральном уровне.



Elsevier
Forest Ecology and Management
www.elsevier.com/locate/foreco

Mapping forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: Application to mapping of aboveground biomass and stand volume

R.J. Hall^{a,*}, R.S. Skam^a, E.J. Arsenault^a, B.S. Case^b

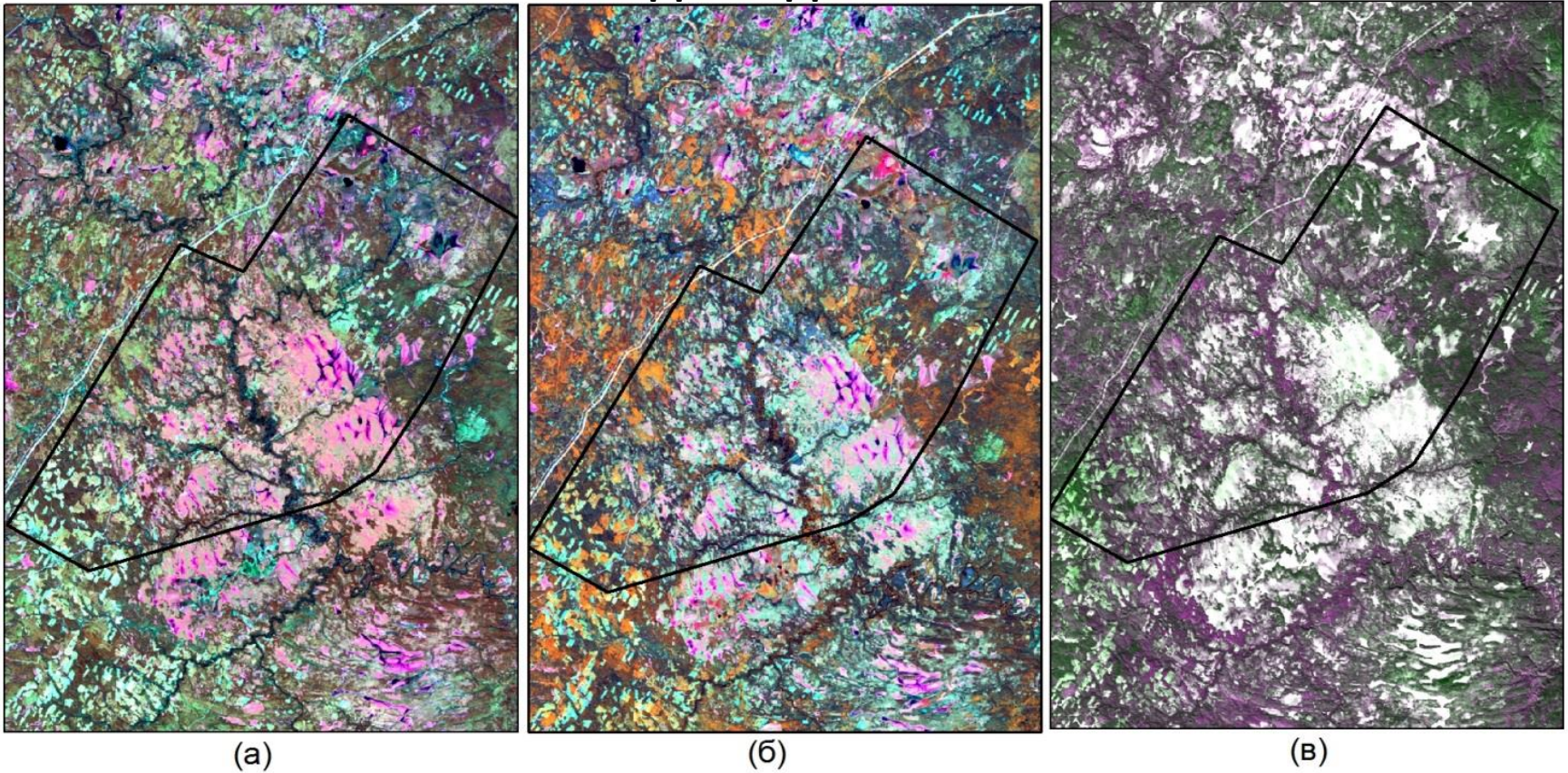
^aNatural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta, Canada T6B 5R5
^bEnvironment, Security, and Design Division, Lincoln University, P.O. Box 10, Canterbury, New Zealand

Received 8 March 2005; received in revised form 3 January 2006; accepted 9 January 2006

Abstract
Maps of above-ground biomass (AGB) and stand volume are of interest to determine their magnitude and spatial distribution over forested areas, and required for inputs to forecasting carbon budgets and ecosystem productivity. Distinguishing estimates of AGB and volume requires information about species composition and forest stand structure. This paper introduces a method called BISTRUCT (Biomass estimation from stand structure) which is based on georeferenced field plots to generate empirical relationships between continuous estimates of forest structure attributes and remote sensing image data represented as spectral response variables. In this study, height and crown closure attributes were modeled from Landsat ETM+ image and field plot data. These modeled attributes were then used as inputs to stand level models of AGB and volume. The image height model had an adjusted R² of 0.65 from ETM+ bands 3, 4, and 5. Likewise, the crown closure model had an adjusted R² of 0.57 using ETM+ bands 3, 4, and 7. Average AGB estimates were within 4 t/ha of field plot values, and stand volume was within 4 m³/ha of field plot values, statistically similar to a reference sample data set for both AGB (p = 0.61) and stand volume (p = 0.63), and within the range of previous published studies. Field plot distribution, error propagation, and scaling models over multiple images were re-estimated as factors requiring further investigation in order to apply BISTRUCT over larger geographic areas.
© Crown Copyright © 2006. Published by Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Forest biomass; Stand volume; Landsat; Stand structure; Carbon; Forest inventory; BISTRUCT

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ



**Безоблачные сцены Landsat-8/OLI разных сезонов:
весна (а), лето (б), зима (в)**

**Выборочные наземные данные о породном составе,
высотах, возрасте и запасах стволовой древесины**

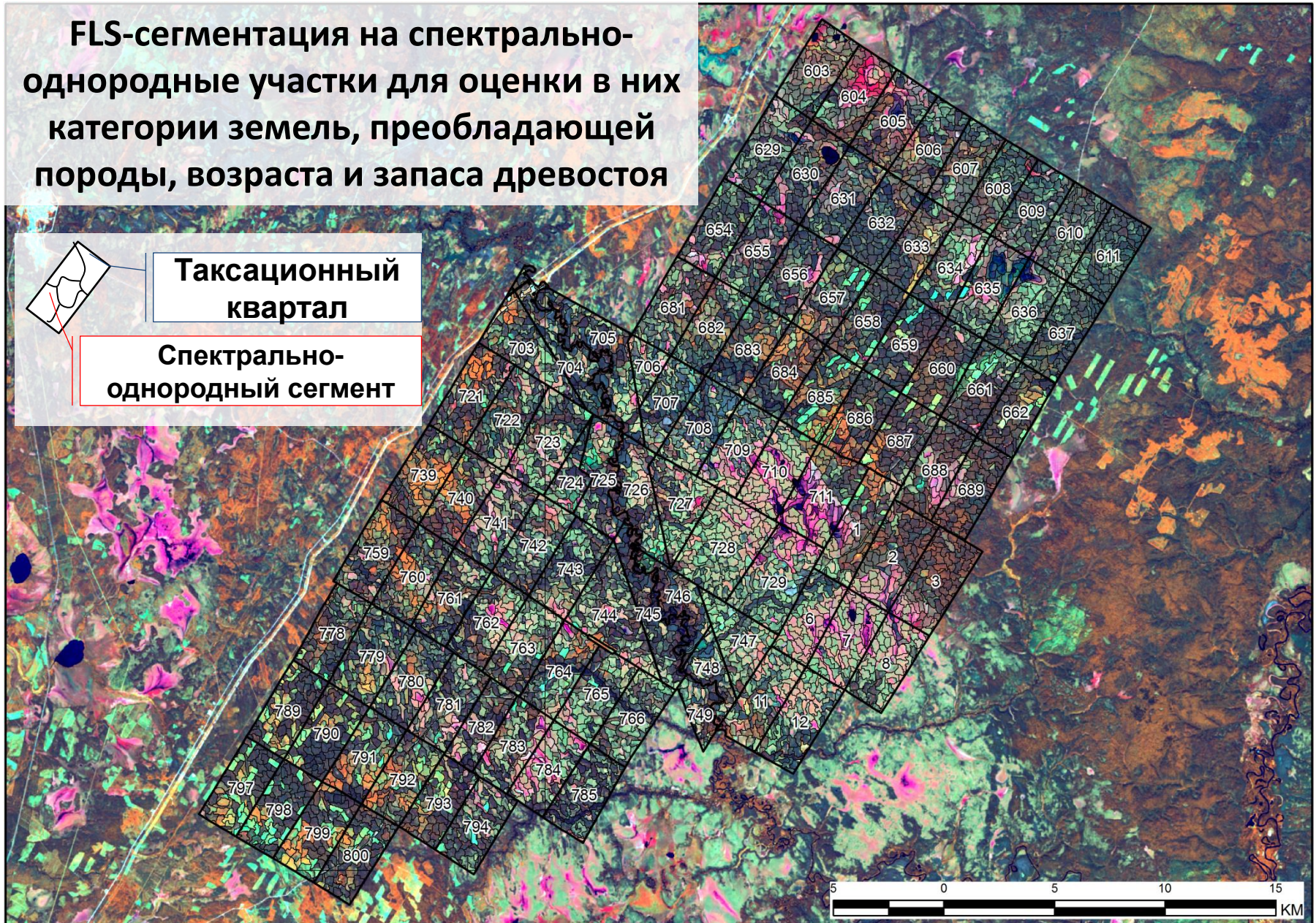
Сегментация изображения Landsat-8 для отбора эталонных участков

FLS-сегментация на спектрально-однородные участки для оценки в них категории земель, преобладающей породы, возраста и запаса древостоя



Таксационный квартал

Спектрально-однородный сегмент



Классификация наземного покрова методом Random Forest

Используется 12 параметров: 4 канала OLI за 3 сезона

Условные обозначения

- Сосна
- Ель
- Береза
- Кедр
- Изменения (вырубки, гари)
- Не покрытые лесом земли
- Болота
- Вода

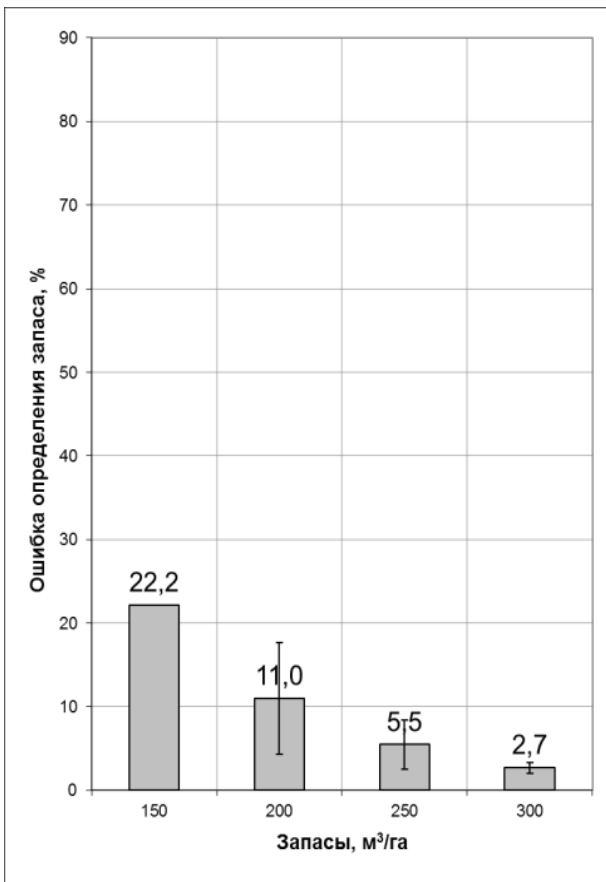
Каналы: синий,
зелёный, красный,
ближний
инфракрасный

9 классов: 4 лесных,
вырубки, гари,
болота, водные
объекты, нелесные
земли

Точность: 86,3%

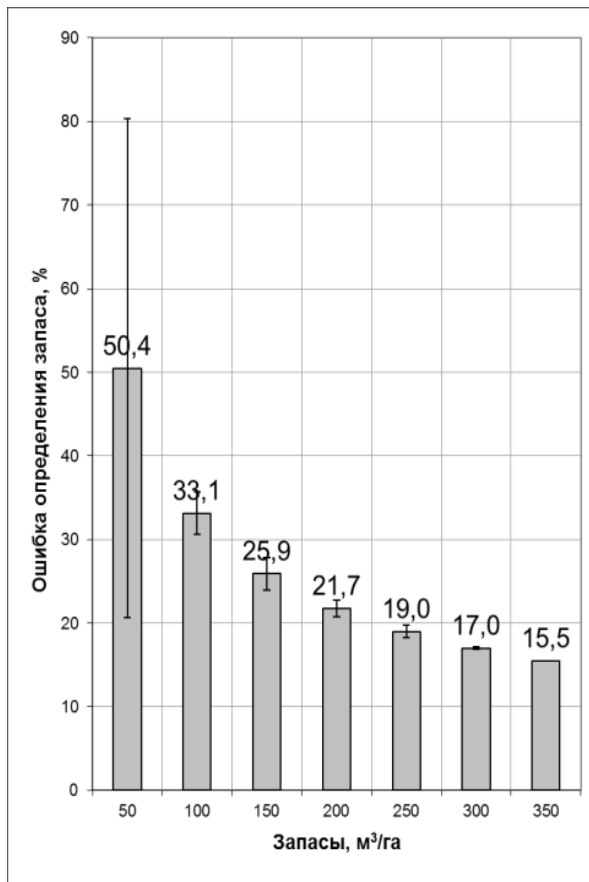
5 0 5 10 15 KM

Определение запасов стволловой древесины по отражательной способности в красном канале на конец зимы



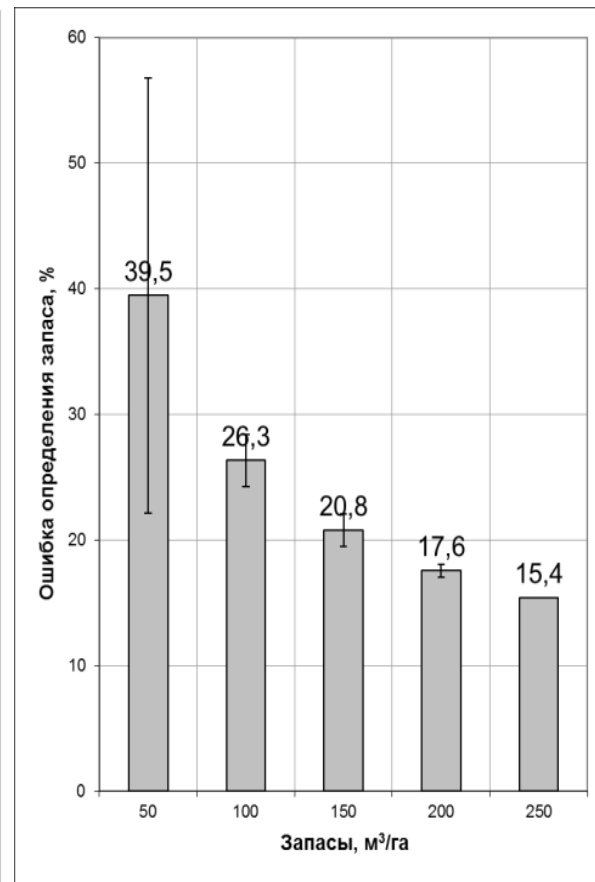
(а)

**Темнохвойные породы
(ель, кедр): 102 участка**



(б)

Сосна: 350 участков



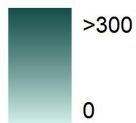
(в)

Берёза: 112 участков

Ошибка определения запасов

Средние запасы стволовой древесины (м³/га)

Условные обозначения

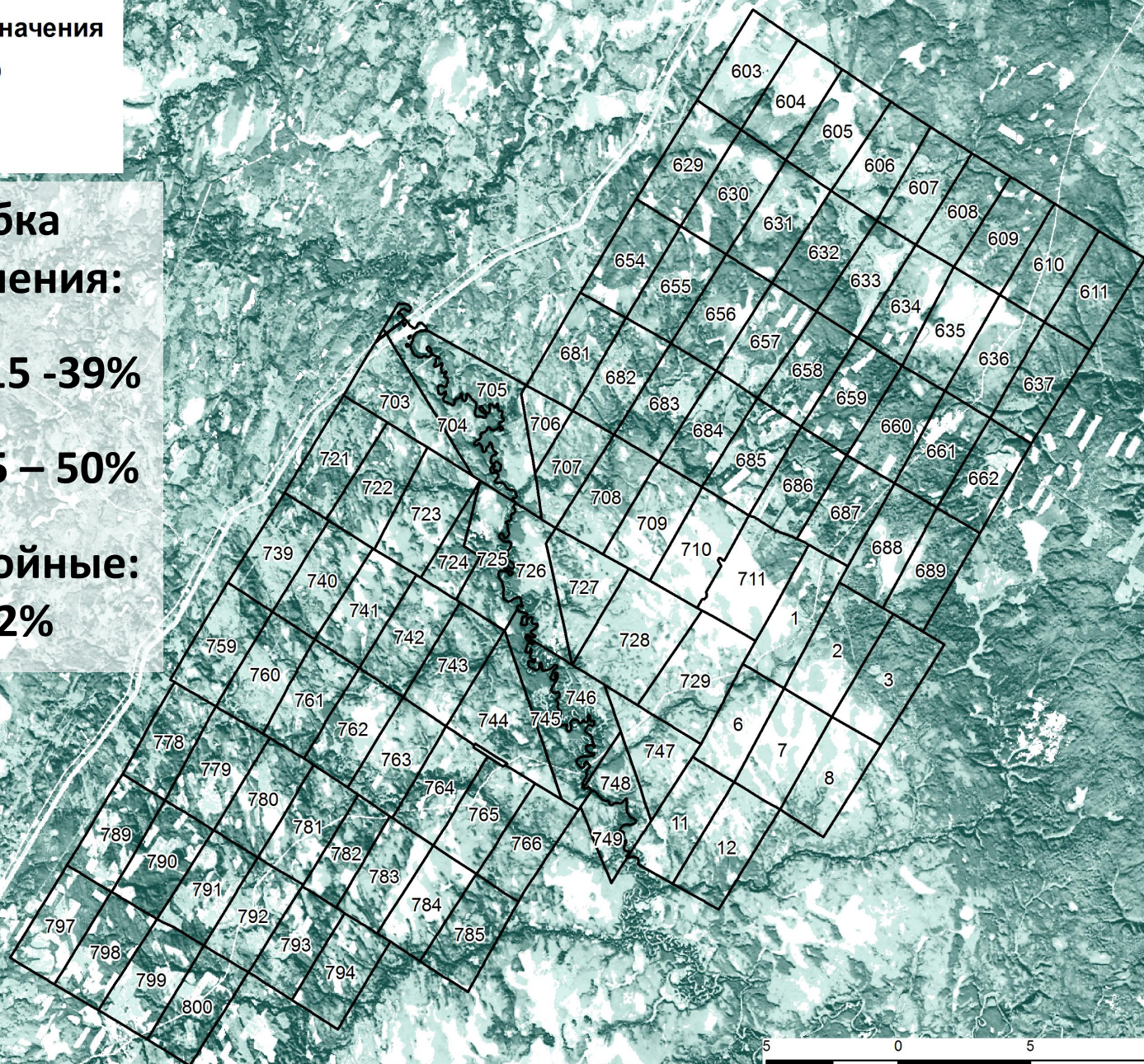


**Ошибка
определения:**

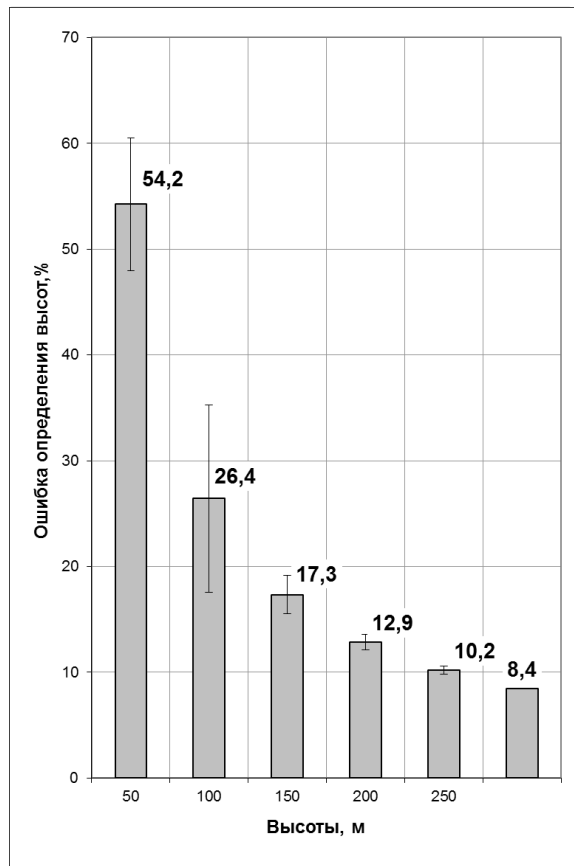
Берёза: 15 -39%

Сосна: 15 – 50%

**Темнохвойные:
3 – 22%**

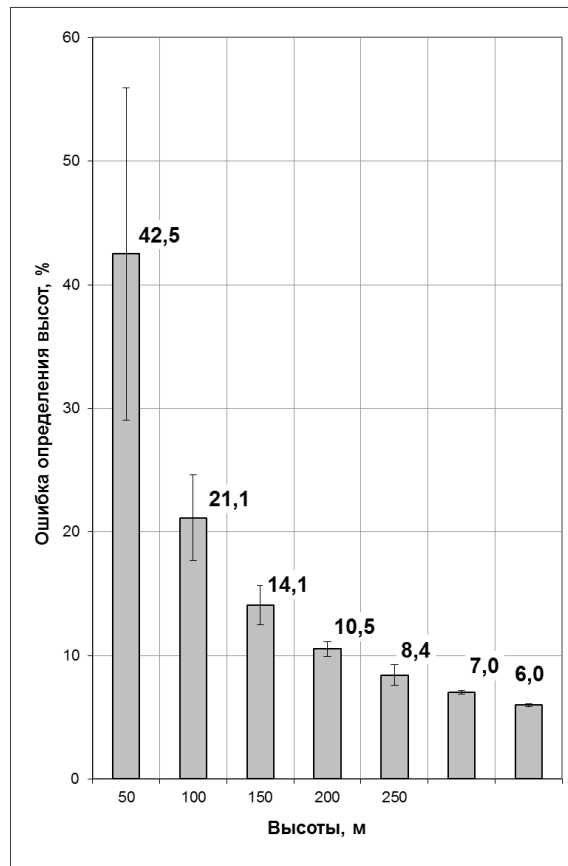


Определение высот древостоев по отражательной способности в красном канале на конец зимы



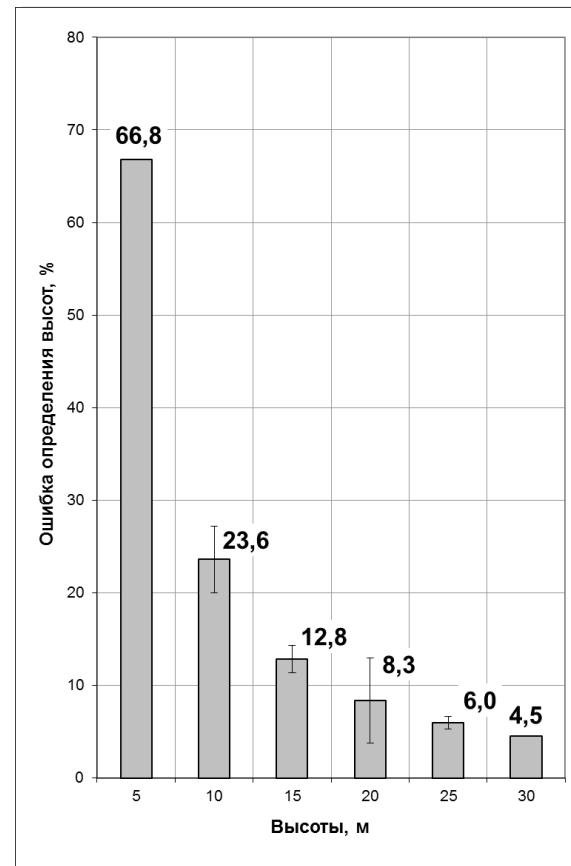
(а)

**Темнохвойные породы
(ель, кедр): 102 участка**



(б)

Сосна: 350 участка



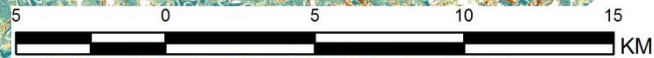
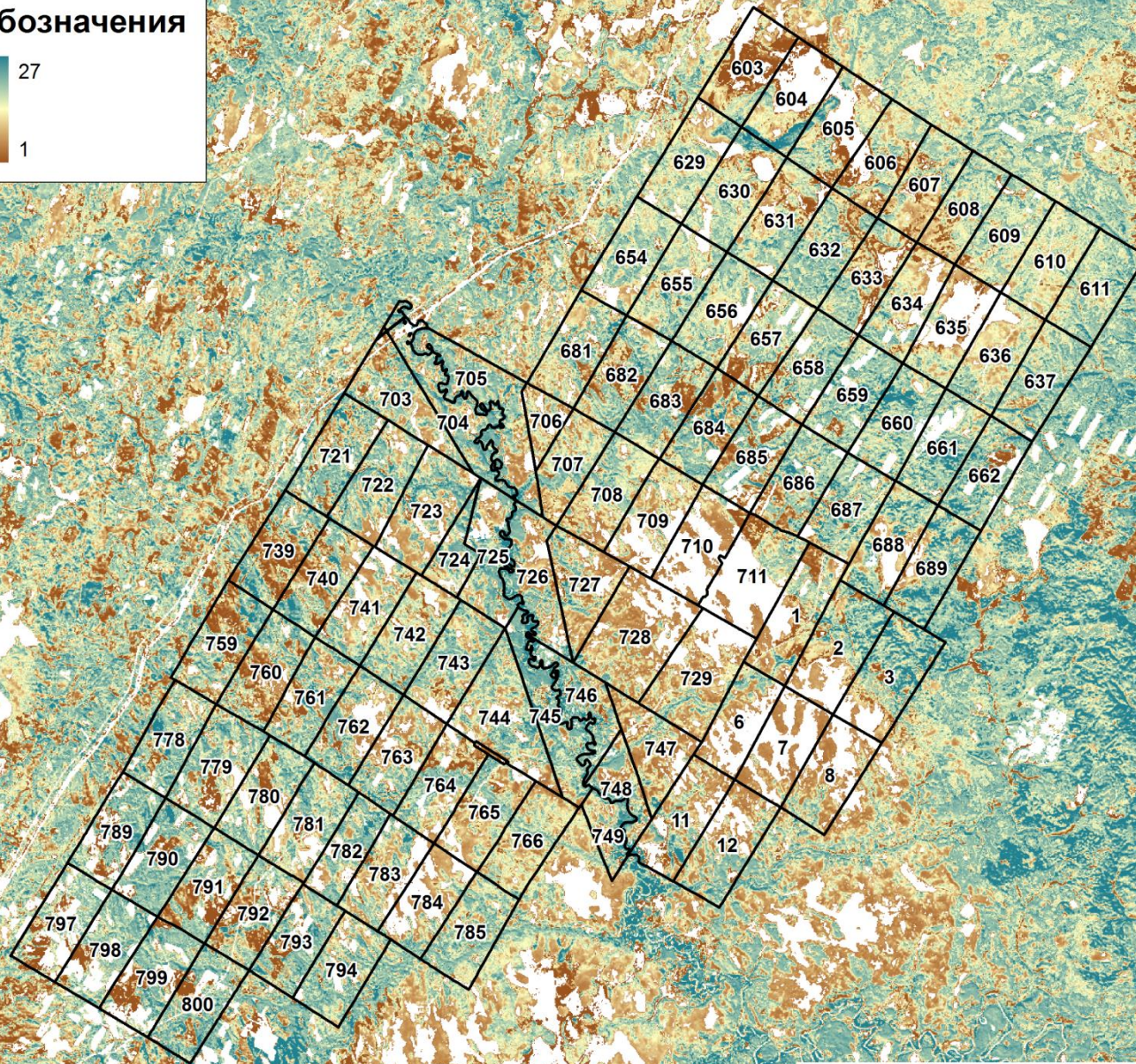
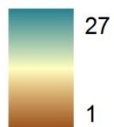
(в)

Берёза: 112 участка

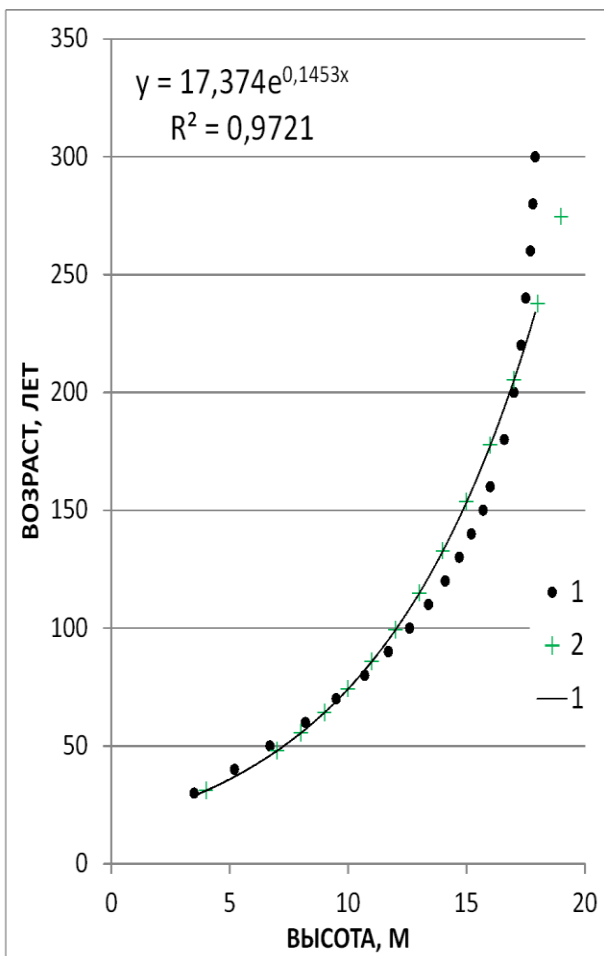
Ошибка определения высот

Средние высоты древостоев, метры

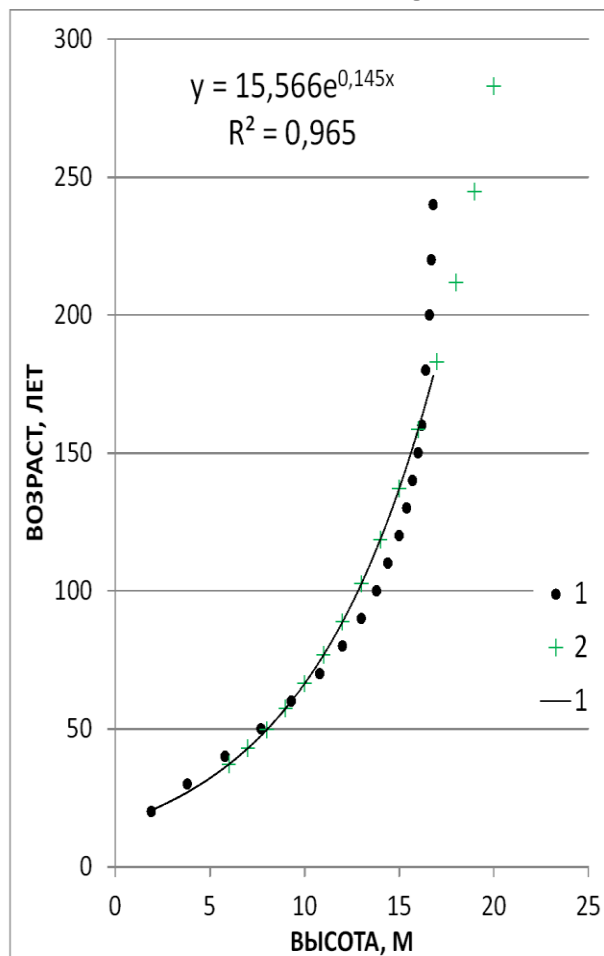
Условные обозначения



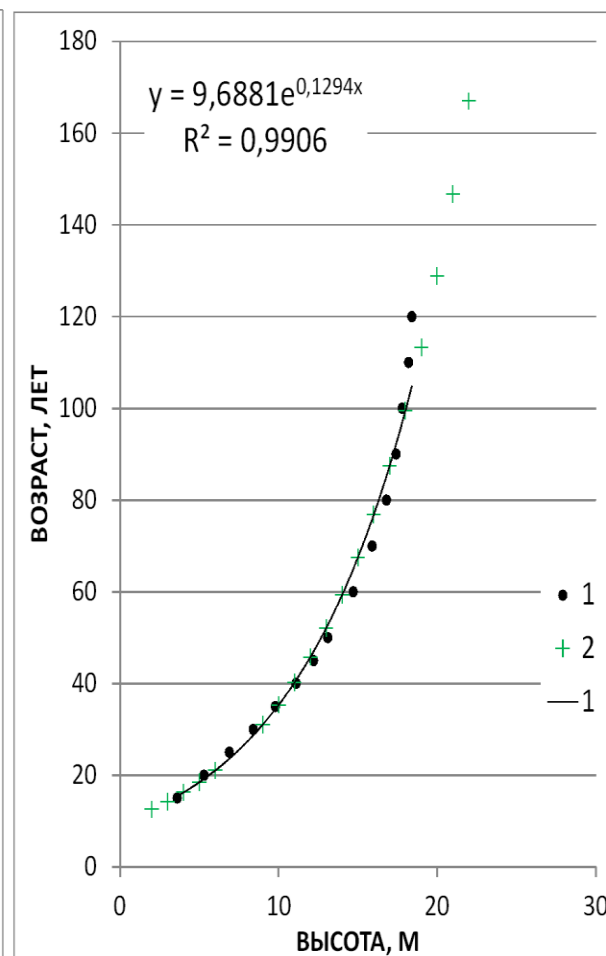
Переход от высот к возрасту древостоя с использованием таблиц хода роста (Швиденко и др., 2008)



(а)



(б)

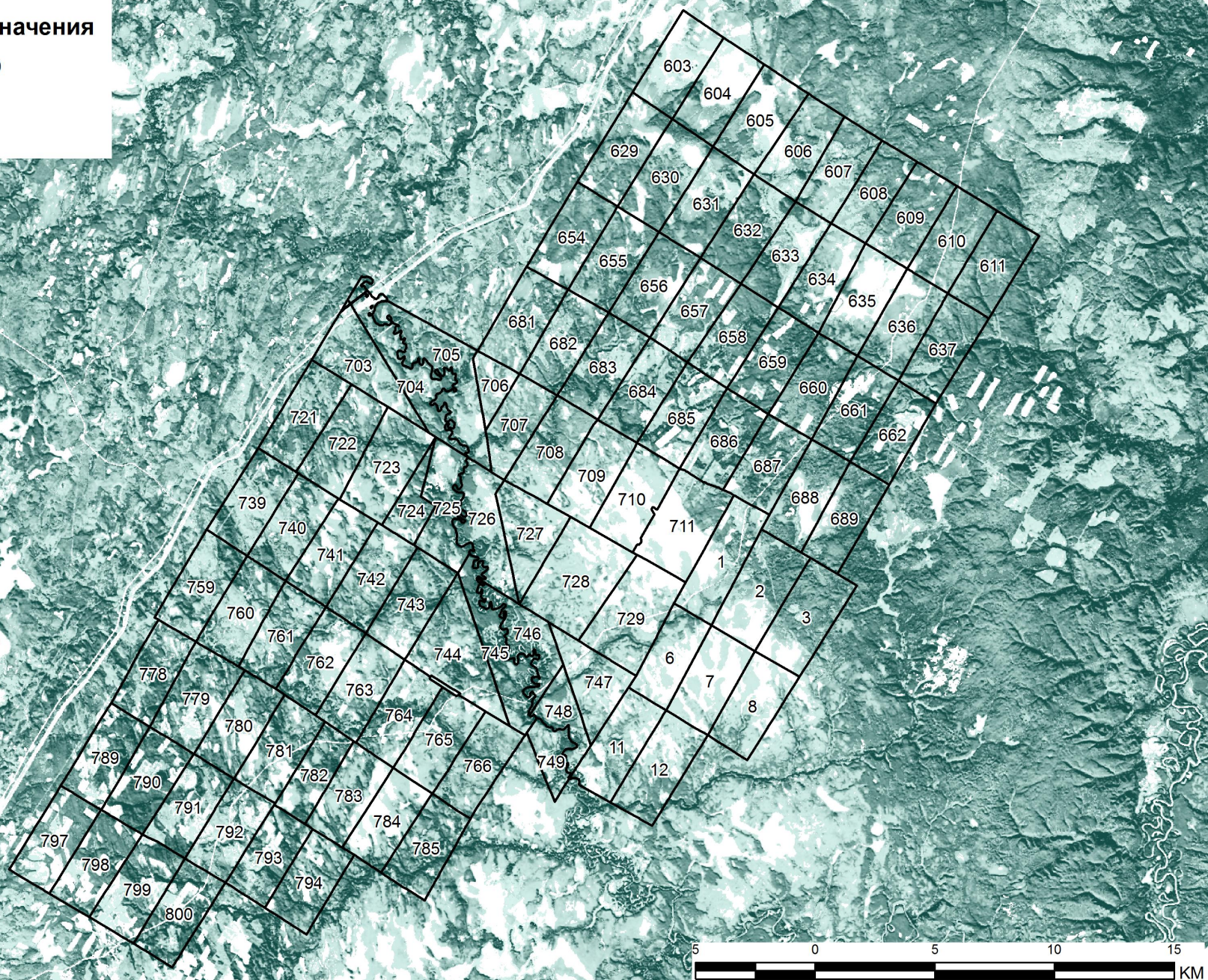
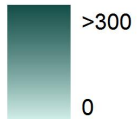


(в)

Возраст древостоев необходим для использования конверсионных коэффициентов перехода от запаса древесины к фитомассе (Замолотчиков Д.Г. и др., 2003)

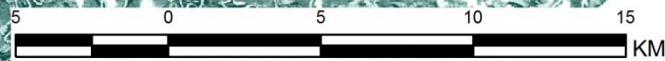
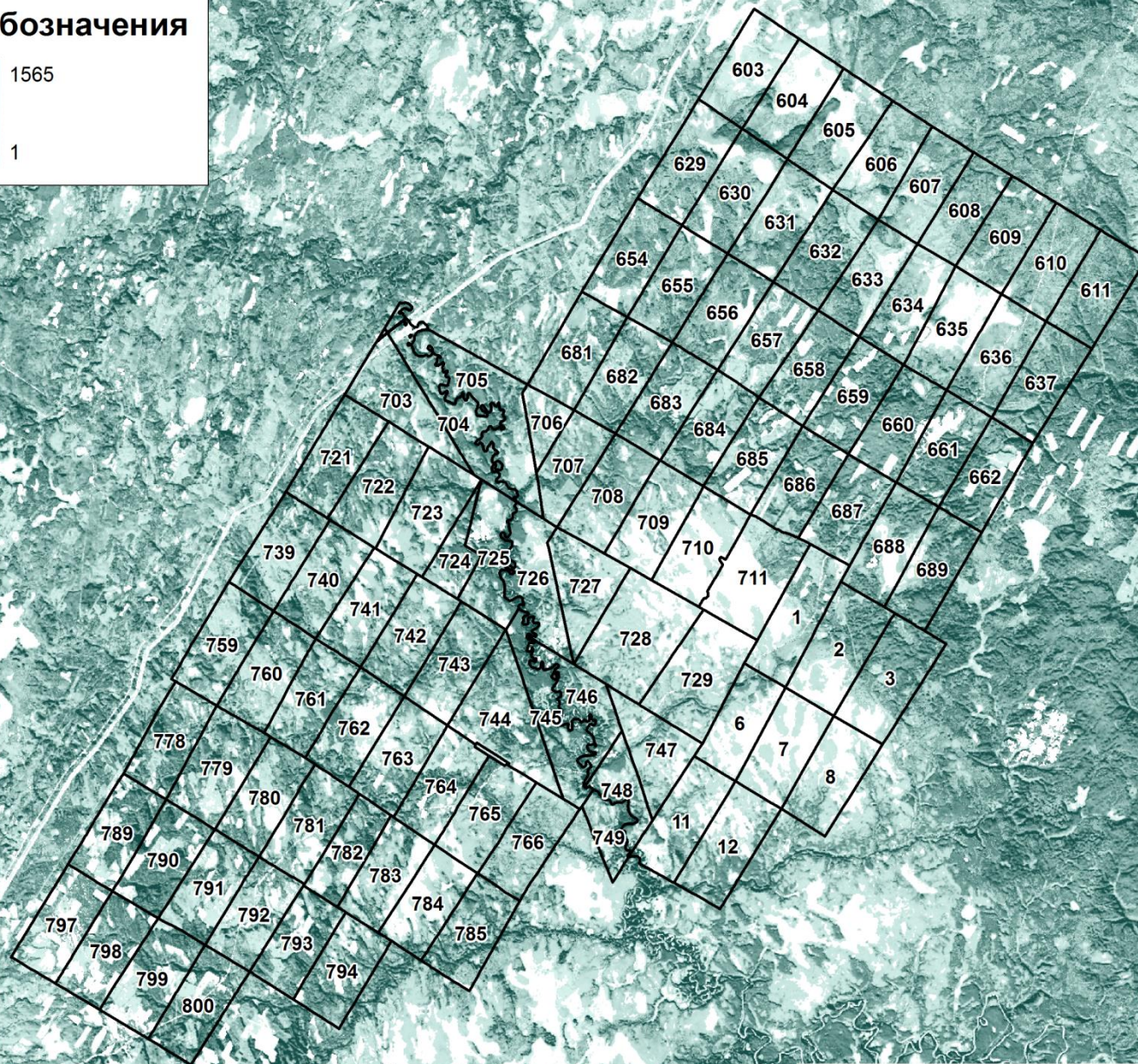
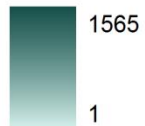
Средние запасы ствольной древесины (м³/га)

Условные обозначения



Средние запасы фитомассы (т/га)

Условные обозначения



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

