

Хорологическо-динамической аспект запасов углерода в биомассе древостоя лесных экосистем на основе космической информации

Н.В. Кобелева (1), С.А. Банарь (2), С.В. Трачук (1), Д.А. Кочин (3)

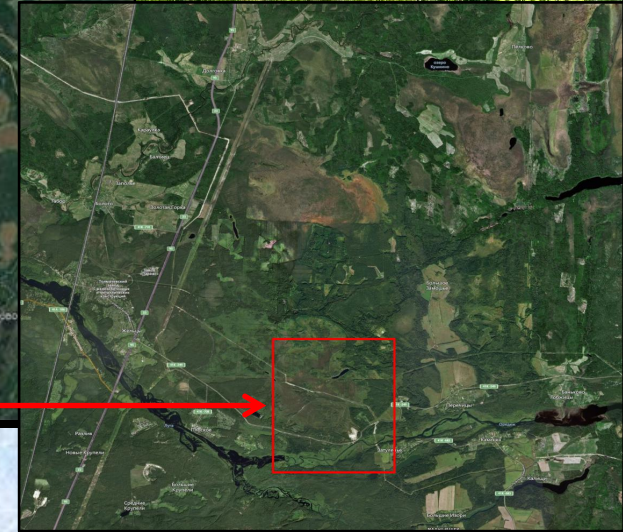
(1) Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

(2) Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики

(3) Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения

XXII Всесоюзная Открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
11-15 ноября 2024 года, Москва, ИКИ РАН

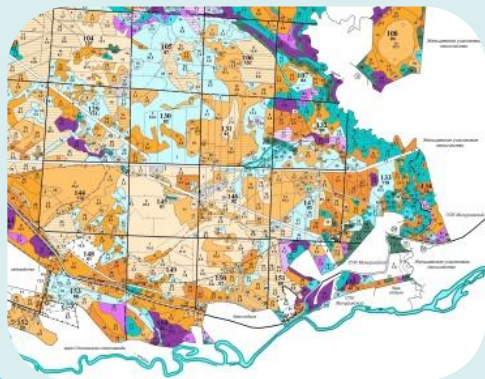
Район исследования



- **Леса являются основным стабилизирующим элементом климатической системы Земли, обеспечивающим практически весь сток углерода в растительные экосистемы.**
- **В России большие площади лесов, они составляют 21 % площади всех лесов земного шара.**
- **Особое значение имеют леса, так как участвуют в регулировании главных биогеохимических циклов планеты.**

Общая схема хронологического-динамического анализа запасов углерода в биомассе древостоя лесных экосистем

Лесоустроительные материалы



Данные из космоса КА (Sentinel-2) с пространственным разрешением 10 м



Наземные наблюдения



Расчёт и оценка данных по запасам древесины

Расчёт и оценка данных по запасам углерода

Хронологические карты запаса углерода

Динамические карты запаса углерода

Хорологический аспект запаса углерода в биомассе древостоя лесных экосистем

Данные по запасу древесины

| № Квартала | № Описания | Формула | Площадь в га | Запас сырораствующей древесины, м³ на ГА | Запас сырораствующей древесины, м³ на ВЫДЕЛ | Количественный состав пород | | | | | | | | | | | | Запас сырораствующей древесины, м³ по составу пород на КМ² | | | | | | Запас сырораствующей древесины, м³ по составу пород на ГА | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------|-----------|-----------------|---|--|-----------------------------|----|----|---------|---------|----|---|----|---|---|---|----|--|---------|-----|-----|---|-----|---|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| | | | | | | Б | Е | Ив | Ол с | Ол ч | Ос | П | Р | С | Б | Е | Ив | Ол с | Ол ч | Ос | П | Р | С | Б | Е | Ив | Ол с | Ол ч | Ос | П | Р | С | | | | | |
| 132 | 1 | 4Е3С3Б | 4,6 | 30,2 | 139 | 42 | 55 | | | | | | | | | | | | 42 | 0,4 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 9,1 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,1 |
| 132 | 2 | 6Е2С2Б | 0,7 | 28,6 | 20 | 4 | 12 | | | | | | | | | | | | 4 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | | |
| 132 | 3 | 5Б4О1Е | 3,6 | 31,5 | 113 | 57 | 11 | | | | | | 45 | | | | | | | 0,6 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 16 | 3,1 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | | |
| 132 | 4 | 9О1Б | 0,7 | 50,0 | 35 | 4 | | | | | | | 31 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | | |
| 132 | 5 | 7С2Б1Ос+Е | 5,4 | 29,1 | 157 | 31 | | | | | | | 16 | | | | | 110 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 1,1 | 5,7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 20 | | |
| 132 | 6 | 4Ос4Б1С1Е | 3,4 | 33,0 | 112 | 45 | 11 | | | | | | 45 | | | | | | 11 | 0,5 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0,1 | 13 | 3,2 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3,2 | | |
| 132 | 7 | 4Ос4Б2Е | 1,5 | 30,3 | 45 | 18 | 9 | | | | | | 48 | | | | | | | 0,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 12 | 6 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 8 | 8С2Б | 1,8 | 11,3 | 20 | 4 | | | | | | | | | | | | | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,9 | | |
| 132 | 9 | | 0,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 10 | 6С2Б1Е1Ос | 1,1 | 34,8 | 38 | 8 | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 22 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 7,3 | 3,6 | 0 | 0 | 3,6 | 0 | 0 | 20 | | |
| 132 | 11 | 4Б4О1С1Е | 1,9 | 33,0 | 63 | 26 | 6 | | | | | | 25 | | | | | | 6 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0,1 | 14 | 3,2 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3,2 | | |
| 132 | 12 | 9С1Б | 3,5 | 19,8 | 69 | 7 | | | | | | | | | | | | | 62 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | | |
| 132 | 13 | 8С2Б | 2,9 | 26,1 | 76 | 15 | | | | | | | | | | | | | 61 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 5,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | | |
| 132 | 14 | 8С2Б | 1,7 | 26,1 | 44 | 9 | | | | | | | | | | | | | 35 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 5,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | | |
| 132 | 15 | 5Б2Е2С1Ос | 3,9 | 1,7 | 7 | 4 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0,3 | |
| 132 | 16 | 9С1Б | 1,9 | 25,1 | 48 | 5 | | | | | | | | | | | | | 43 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | | |
| 132 | 17 | 3Е3Ос2С2Б | 3,7 | 3,6 | 13 | 3 | 3 | | | | | | 4 | | | | | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0,8 | 0 | 0 | 1,1 | 0 | 0 | 0,8 | | |
| 132 | 18 | 5С3Б2Ос | 1,2 | 30,5 | 37 | 11 | | | | | | | 7 | | | | | | 19 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,2 | 9,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,8 | 0 | 0 | 16 | |
| 132 | 19 | 5С3Е2Б | 1,2 | 14,8 | 18 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | 10 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 2,5 | 4,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,3 | | |
| 132 | 20 | 5С4Б1Ос | 0,6 | 22,6 | 14 | 6 | | | | | | | 1 | | | | | | 7 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1,7 | 0 | 0 | 12 | | |
| 132 | 21 | 7Ос2С1Б | 0,8 | 35,0 | 28 | 3 | | | | | | | 19 | | | | | | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,1 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 7,5 | | |
| 132 | 22 | | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 23 | 5Е4Б1Ос | 1,8 | 6,5 | 12 | 5 | 6 | | | | | | 1 | | | | | | | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 3,3 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 24 | 6Б2Е2Ос | 1,1 | 4,8 | 5 | 3 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,7 | 0,9 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 25 | 5Е2С2Б1Ос | 2,4 | 38,9 | 93 | 19 | 46 | | | | | | 9 | | | | | | 19 | 0,2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,2 | 7,9 | 19 | 0 | 0 | 3,8 | 0 | 0 | 7,9 | | |
| 132 | 26 | 4С3Е3Б | 2,2 | 22,6 | 50 | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | 10 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 9,1 | 9,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,5 | | |
| 132 | 27 | 6Е3Б1С | 2,4 | 22,4 | 53 | 15 | 33 | | | | | | | | | | | | 5 | 0,2 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 6,3 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,1 | | |
| 132 | 28 | | 1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 29 | | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 30 | 6Б3О1С | 0,2 | 6,5 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 31 | 4Б3Ос3С+Е | 1,1 | 27,4 | 30 | 12 | | | | | | | 9 | | | | | | 9 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 8,2 | 0 | 0 | 8,2 | | |
| 132 | 32 | 6Ос2Б1Е1С | 0,6 | 38,1 | 23 | 5 | 2 | | | | | | 14 | | | | | | 2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 8,3 | 3,3 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 3,3 | | |
| 132 | 33 | 9С1Б | 5,3 | 12,3 | 65 | 7 | | | | | | | | | | | | | 58 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 1,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | | |
| 132 | 34 | 6Б2Ол2Ос | 10,7 | 2,3 | 25 | 15 | | | | | | | 5 | 5 | | | | | | 0,2 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 35 | 6Б4Ос | 0,7 | 1,4 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 36 | 5С3Б2Ос+Е | 0,5 | 3,8 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | |
| 132 | 37 | 10С | 0,5 | 6,2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | | |
| 132 | 38 | 9С1Б | 0,7 | 31,9 | 22 | 2 | | | | | | | | | | | | | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 2,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | | |
| 132 | 39 | 6Е4Б | 0,8 | 21,4 | 17 | 7 | 10 | | | | | | | | | | | | | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 40 | | 0,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 41 | 6Б3О1С | 2,2 | 6,5 | 14 | 9 | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,1 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | 0 | 0 | 0,5 | | |
| 132 | 42 | 9С1Б | 0,6 | 12,7 | 8 | 1 | | | | | | | | | | | | | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | | |
| 132 | 43 | 6Б2Ол2Ос | 2,6 | 2,3 | 6 | 4 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 44 | 9С1Б | 0,8 | 31,9 | 26 | 3 | | | | | | | | | | | | | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | | |
| 132 | 45 | 6С4Б | 1,1 | 14,8 | 16 | 6 | | | | | | | | | | | | | 10 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 5,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,1 | | |
| 132 | 46 | | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 47 | | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 48 | | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 49 | | 0,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 132 | 50 | | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

Условные обозначения к картам запасов древесины

| Сосна | | |
|------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ³ /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-5 |
| 3 | | 5-10 |
| 4 | | 10-15 |
| 5 | | 15-20 |
| 6 | | 20-25 |
| 7 | | 25-30 |
| 8 | | 30-40 |
| 9 | | Более 40 |

| Ель | | |
|------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ² /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-2 |
| 3 | | 2-4 |
| 4 | | 4-6 |
| 5 | | 6-8 |
| 6 | | 8-10 |
| 7 | | 10-15 |
| 8 | | 15-20 |
| 9 | | Более 20 |

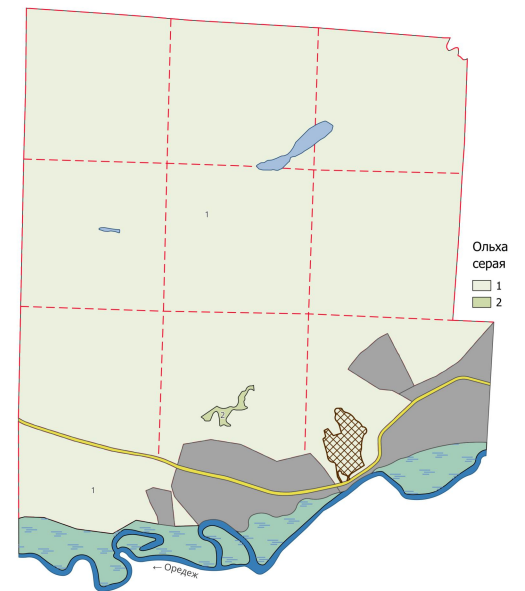
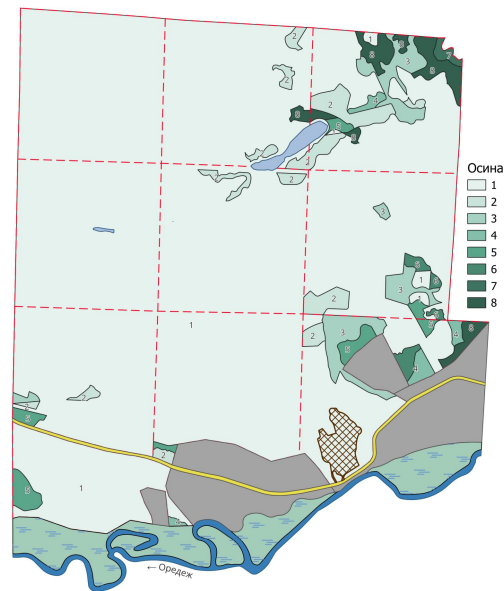
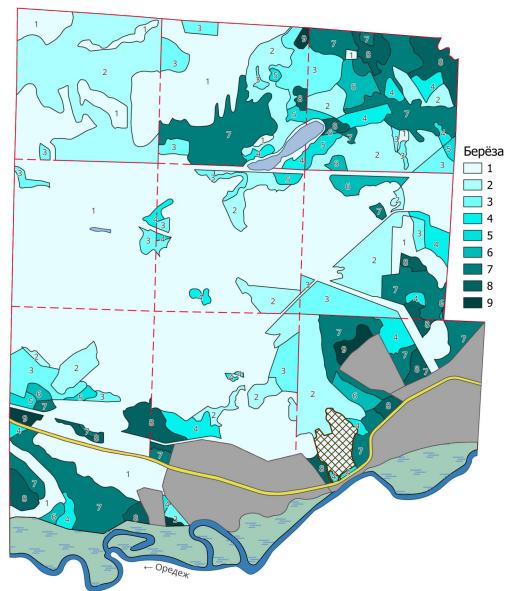
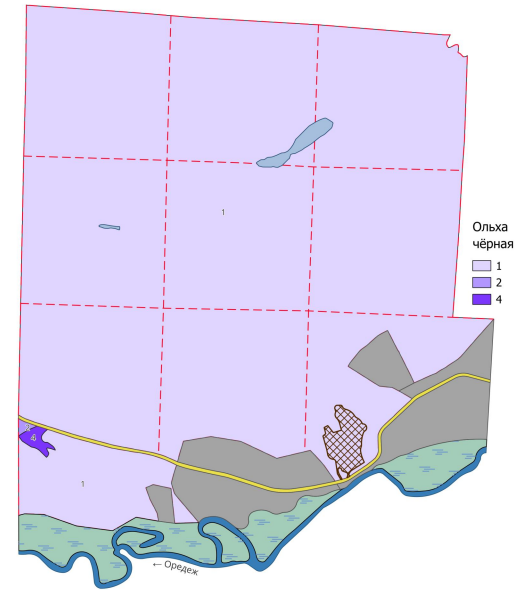
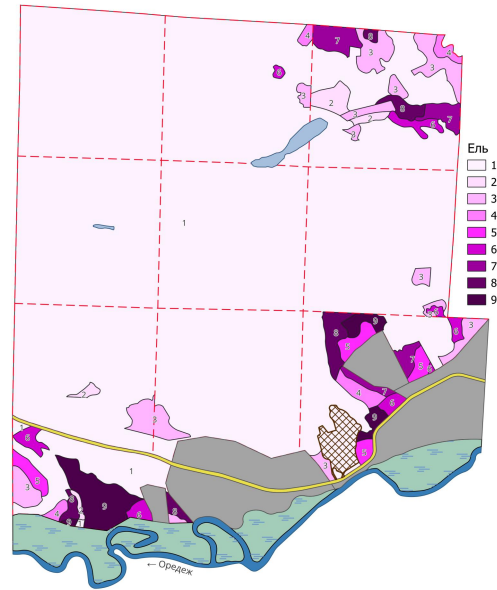
| Ольха черная | | |
|--------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ² /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-2 |
| 3 | | 2-3 |
| 4 | | 3-4 |
| 5 | | 4-6 |
| 6 | | 6-10 |
| 7 | | Более 10 |

| Береза | | |
|------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ² /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-1 |
| 3 | | 1-2 |
| 4 | | 2-3 |
| 5 | | 3-4 |
| 6 | | 4-5 |
| 7 | | 5-10 |
| 8 | | 10-20 |
| 9 | | 20-25 |

| Осина | | |
|------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ³ /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-2 |
| 3 | | 2-4 |
| 4 | | 4-6 |
| 5 | | 6-8 |
| 6 | | 8-10 |
| 7 | | 10-12 |
| 8 | | Более 12 |

| Ольха серая | | |
|-------------|-------|-------------------------------|
| Тип выдела | | Запасы, м ³ /га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-1 |
| 3 | | 1-2 |
| 4 | | 2-3 |
| 5 | | 3-4 |
| 6 | | 4-5 |
| 7 | | 5-6 |
| 8 | | 6-10 |
| 9 | | 10-20 |

Карты запасов древесины



Конверсионные коэффициенты для расчета запаса углерода (тонн С / м³) древесных пород южной лесной подзоны Северо-Запада Европейской части России

| Порода | В живой древесине, тонн на м ³ | В мертвой древесине, тонн на м ³ |
|--------------|---|---|
| Береза | 0,396 | 0,065 |
| Ель | 0,369 | 0,112 |
| Ива | 0,336 | 0,048 |
| Ольха серая | 0,363 | 0,048 |
| Ольха черная | 0,363 | 0,048 |
| Осина | 0,363 | 0,083 |
| Пихта | 0,308 | 0,083 |
| Рябина | 0,336 | 0,048 |
| Сосна | 0,352 | 0,096 |
| Дуб | 0,491 | 0,064 |
| Кедр | 0,341 | 0,039 |
| Лиственница | 0,371 | 0,085 |

Данные по запасу углерода

| № Квартала | № Описания | Запас сырораствующей древесины, м³ по составу | | | | | | | | Углерод живой древесины, тонн С / га | Углерод мертвой древесины, тонн С / га | Суммарный запас углерода, тонн С / га | Углерод восстановленной растительности, тонн С / га | | |
|---------------|---------------|--|-----|----|---------|---------|-----|---|---|--|--|---|--|------|------|
| | | Б | Е | Ив | Ол с | Ол ч | Ос | П | Р | | | | | С | |
| 132 | 1 | 9,1 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,1 | 11,2 | 2,8 | 14,0 | 11,2 |
| 132 | 2 | 5,7 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | 10,6 | 2,8 | 13,4 | 10,6 |
| 132 | 3 | 16 | 3,1 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,9 | 2,4 | 14,3 | 11,9 |
| 132 | 4 | 5,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,3 | 4,0 | 22,4 | 18,3 |
| 132 | 5 | 5,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 20 | 0 | 10,5 | 2,6 | 13,1 | 10,5 |
| 132 | 6 | 13 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3,2 | 0 | 12,4 | 2,6 | 15,0 | 12,4 |
| 132 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,3 | 2,4 | 13,8 | 11,3 |
| 132 | 8 | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,9 | 0 | 4,0 | 1,0 | 5,0 | 4,0 |
| 132 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 10 | 7,3 | 3,6 | 0 | 0 | 0 | 3,6 | 0 | 0 | 20 | 0 | 12,6 | 3,1 | 15,7 | 12,6 |
| 132 | 11 | 14 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3,2 | 0 | 12,5 | 2,6 | 15,1 | 12,5 |
| 132 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 7,0 | 1,8 | 8,9 | 7,0 |
| 132 | 13 | 5,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 9,5 | 2,4 | 11,8 | 9,5 |
| 132 | 14 | 5,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 9,3 | 2,3 | 11,7 | 9,3 |
| 132 | 15 | 1 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0,7 | 0,1 | 0,8 | 0,7 |
| 132 | 16 | 2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 9,0 | 2,3 | 11,4 | 9,0 |
| 132 | 17 | 0,8 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 1,1 | 0 | 0 | 0,8 | 0 | 1,3 | 0,3 | 1,6 | 1,3 |
| 132 | 18 | 9,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,8 | 0 | 0 | 16 | 0 | 11,3 | 2,6 | 13,9 | 11,3 |
| 132 | 19 | 2,5 | 4,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,3 | 0 | 5,5 | 1,4 | 6,9 | 5,5 |
| 132 | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,7 | 0 | 0 | 12 | 0 | 8,7 | 1,9 | 10,6 | 8,7 |
| 132 | 21 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 7,5 | 0 | 12,7 | 2,9 | 15,7 | 12,7 |
| 132 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 23 | 2,8 | 3,3 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 | 0,6 | 3,1 | 2,5 |
| 132 | 24 | 2,7 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,7 | 0,4 | 2,1 | 1,7 |
| 132 | 25 | 7,9 | 19 | 0 | 0 | 0 | 3,8 | 0 | 0 | 7,9 | 0 | 14,4 | 3,7 | 18,1 | 14,4 |
| 132 | 26 | 9,1 | 9,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,5 | 0 | 8,6 | 2,0 | 10,6 | 8,6 |
| 132 | 27 | 6,3 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,1 | 0 | 8,3 | 2,1 | 10,4 | 8,3 |
| 132 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 30 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,0 | 0,3 | 2,3 | 2,0 |
| 132 | 31 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,2 | 0 | 0 | 8,2 | 0 | 10,2 | 2,2 | 12,3 | 10,2 |
| 132 | 32 | 8,3 | 3,3 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 3,3 | 0 | 14,2 | 3,2 | 17,3 | 14,2 |
| 132 | 33 | 1,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 4,4 | 1,1 | 5,5 | 4,4 |
| 132 | 34 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9 | 0,2 | 1,0 | 0,9 |
| 132 | 35 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0,1 | 0,7 | 0,6 |
| 132 | 36 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1,5 | 0,3 | 1,8 | 1,5 |
| 132 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2,1 | 0,6 | 2,7 | 2,1 |
| 132 | 38 | 2,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 11,2 | 2,9 | 14,1 | 11,2 |
| 132 | 39 | 8,8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,1 | 2,0 | 10,0 | 8,1 |
| 132 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 41 | 4,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 2,4 | 0,5 | 2,9 | 2,4 |
| 132 | 42 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 4,8 | 1,2 | 6,0 | 4,8 |
| 132 | 43 | 1,5 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9 | 0,2 | 1,0 | 0,9 |
| 132 | 44 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 11,6 | 3,0 | 14,6 | 11,6 |
| 132 | 45 | 5,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,1 | 0 | 5,4 | 1,2 | 6,6 | 5,4 |
| 132 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 132 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Условные обозначения к картам запаса углерода

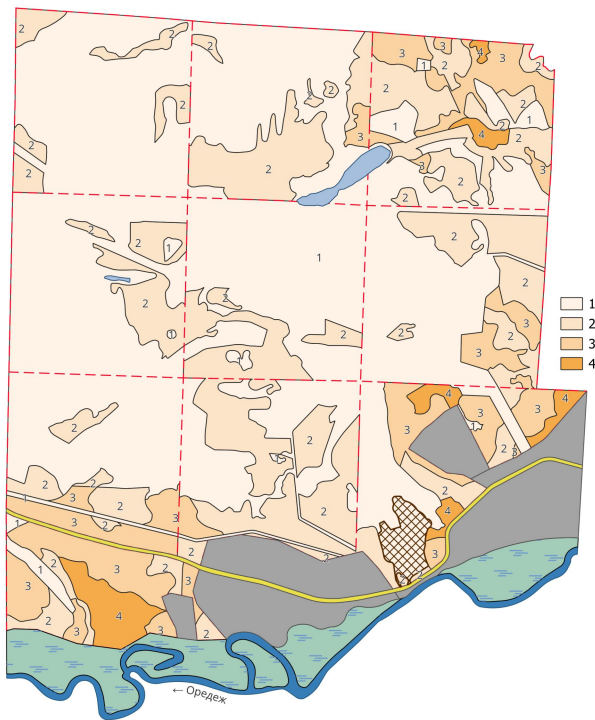
| Запасы живого углерода | | |
|------------------------|-------|----------------|
| Тип выдела | | Запасы т/га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 1-2 |
| 3 | | 3-4 |
| 4 | | 5-6 |
| 5 | | 7-8 |
| 6 | | 9-10 |
| 7 | | 11-12 |
| 8 | | 13-14 |
| 9 | | 15-16 |
| 10 | | Более 16 |

| Запасы мёртвого углерода | | |
|--------------------------|-------|----------------|
| Тип выдела | | Запасы т/га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-1 |
| 3 | | 1-2 |
| 4 | | 2-4 |
| 5 | | 4-6 |
| 6 | | 6-8 |
| 7 | | 8-10 |
| 8 | | 10-12 |
| 9 | | Более 12 |

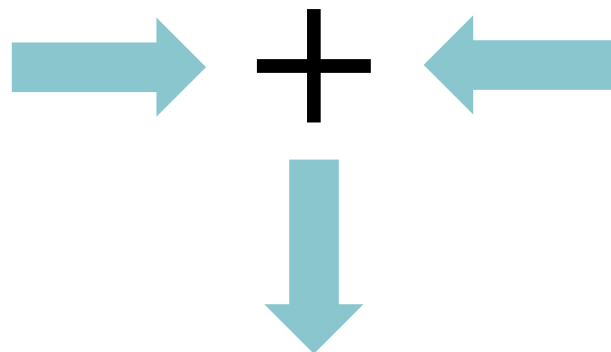
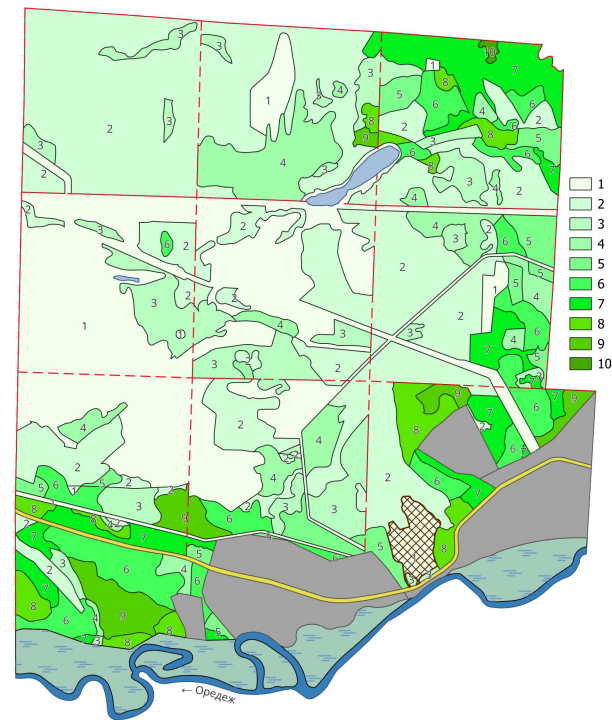
| Запасы суммарного углерода | | |
|----------------------------|-------|----------------|
| Тип выдела | | Запасы т/га |
| номер | шкала | |
| 1 | | 0 |
| 2 | | 0-4 |
| 3 | | 4-8 |
| 4 | | 8-12 |
| 5 | | 12-16 |
| 6 | | 16-20 |
| 7 | | 20-24 |
| 8 | | 24-28 |
| 9 | | Более 28 |

Карты запаса углерода

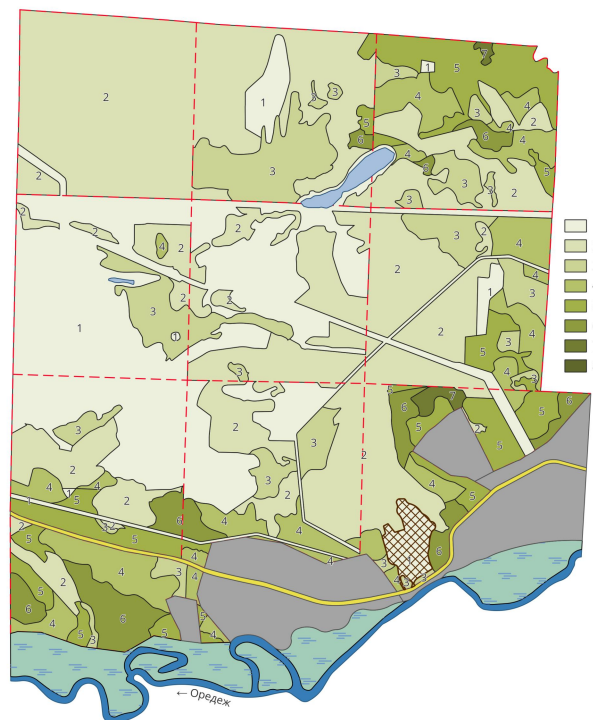
Углерод мёртвой древесины



Углерод живой древесины



Суммарный запас углерода



Легенда к фитоэкологической карте правобережья низовья реки Оредеж

ЛЕСА

Хвойные леса

Темнохвойные леса

Еловые леса

1. Еловый черничный лес

- 1б. Берёзово-сосново-еловый черничный лес
- 1в. Осиново-берёзово-еловый черничный лес
- 1г. Осиново-сосново-берёзово-еловый черничный лес
- 1д. Елово-берёзово-сосновый с осинкой черничный лес
- 1е. Берёзово-сосновый черничный лес

2. Еловый кисличный лес

- 2б. Сосново-берёзово-еловый кисличный лес
- 2в. Осиново-берёзово-сосново-еловый кисличный лес
- 2г. Осиново-берёзово-елово-сосновый кисличный лес
- 2д. Осиново-елово-берёзово-сосновый кисличный лес
- 2е. Осиново-берёзово-сосновый кисличный лес

3. Еловый брусничный лес

- 3е. Осиново-берёзово-сосновый брусничный лес

4. Еловый вересковый лес

- 4г. Берёзово-елово-сосновый вересковый лес

Сосново-еловые леса

5. Сосново-еловый черничный лес

- 5а. Берёзово-елово-сосновый черничный лес
- 5б. Осиново-елово-берёзово-сосновый черничный лес
- 5в. Берёзово-сосново-осиново-еловый черничный лес

6. Сосново-еловый кисличный лес

- 6а. Берёзово-сосново-еловый кисличный лес

7. Сосново-еловый долгомошный лес

Светлохвойные леса

Сосновые леса

8. Сосновый вересковый лес

- 8в. Осиново-берёзово-сосновый вересковый лес

9. Сосновый брусничный лес

- 9б. Берёзово-сосновый брусничный лес
- 9в. Осиново-берёзово-сосновый брусничный лес

10. Сосновый черничный лес

- 10а. Берёзово-сосновый черничный лес
- 10б. Осиново-берёзово-сосновый черничный лес

11. Сосновый кисличный лес

- 11а. Берёзово-сосновый с осинкой кисличный лес

12. Сосновый долгомошный лес

- 12а. Сосновый с берёзой долгомошный лес
- 12б. Берёзово-сосновый долгомошный лес

13. Сосновый багульниковый лес

- 13а. Берёзово-сосновый багульниковый лес

14. Сосновый сфагновый лес

15. Сосновый осоковый сфагновый лес

Лиственные леса

Мелколиственные леса

Осиновые леса

16. Берёзово-осиновый кисличный лес

- 17. Сосново-берёзово-елово-осиновый кисличный лес
- 18. Берёзово-сосново-осиновый кисличный лес
- 19. Елово-берёзово-осиновый кисличный лес
- 20. Берёзово-сосново-осиновый черничный лес
- 21. Елово-сосново-берёзово-осиновый долгомошный лес

Берёзовые леса

22. Берёзовый черничный лес

- 23. Сосново-осиново-елово-берёзовый черничный лес
- 24. Елово-сосново-берёзовый черничный лес
- 25. Елово-осиново-берёзовый черничный лес
- 26. Сосново-осиново-берёзовый черничный лес
- 27. Сосново-берёзовый черничный лес
- 28. Осиново-берёзовый черничный лес
- 29. Сосново-сероольхово-берёзовый черничный лес
- 30. Сосново-осиново-сероольхово-берёзовый черничный лес
- 31. Осиново-сероольхово-берёзовый черничный лес
- 32. Елово-сосново-берёзовый кисличный лес
- 33. Сосново-елово-осиново-берёзовый кисличный лес
- 34. Елово-осиново-берёзовый кисличный лес
- 35. Сосново-осиново-берёзовый кисличный лес
- 36. Осиново-сероольхово-берёзовый долгомошный лес

БОЛОТА

Верховые болота

Болота с древесным ярусом

- 37. Сфагновое с сосной болото

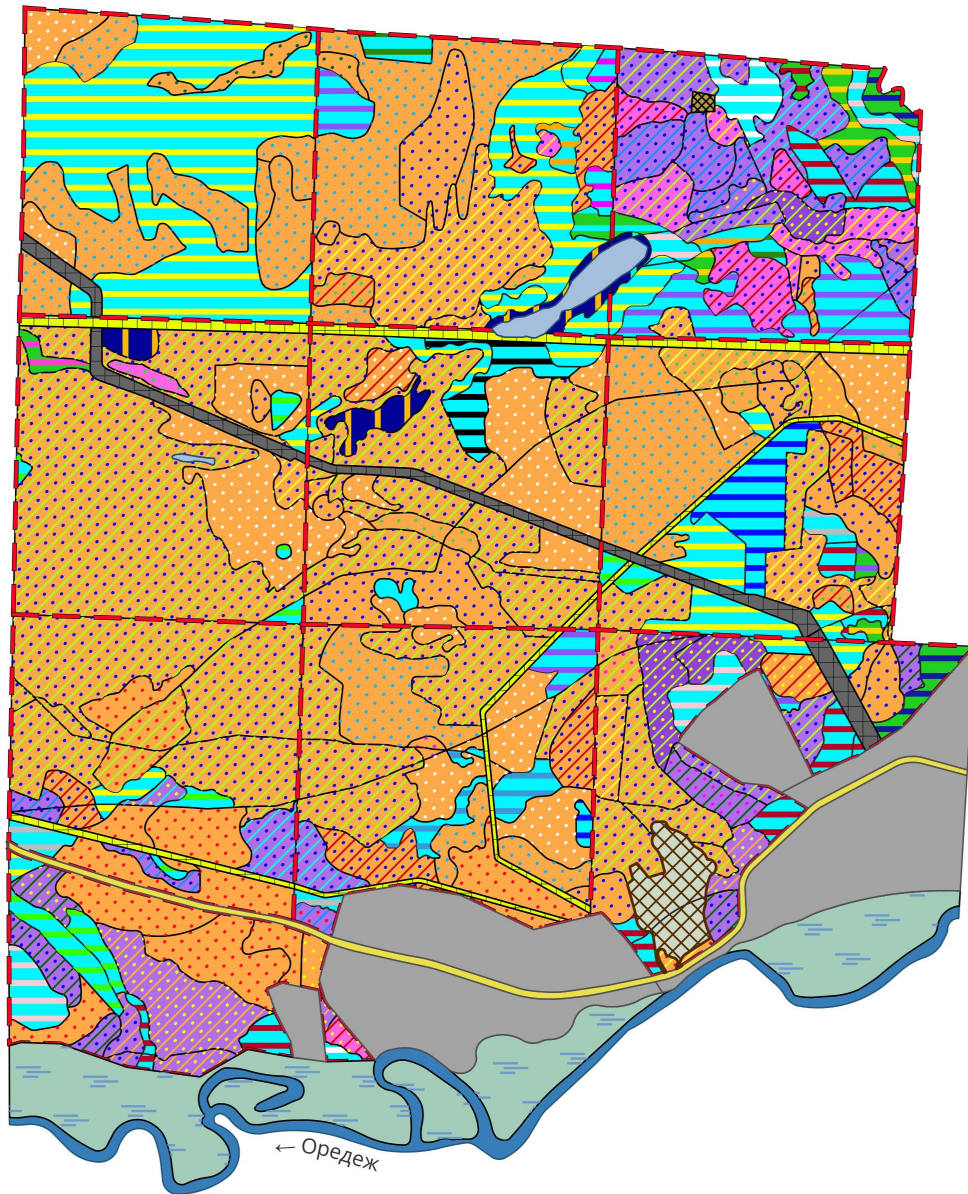
Низинные болота

Болота с древесным ярусом

- 38. Тростниковое с берёзой болото

Фитоэкологическая карта правобережья низовья реки Оредеж

М 1:25 000



Условные обозначения

- | | | |
|----|-----|----|
| 1 | 8 | 22 |
| 16 | 8в | 23 |
| 1в | 9 | 24 |
| 1г | 9б | 25 |
| 1д | 9в | 26 |
| 1е | 10 | 27 |
| 2 | 10а | 28 |
| 26 | 10б | 29 |
| 2в | 10в | 30 |
| 2г | 11 | 31 |
| 2д | 11а | 32 |
| 2е | 12 | 33 |
| 3 | 12а | 34 |
| 3е | 12б | 35 |
| 4 | 13 | 36 |
| 4г | 13а | 37 |
| 5 | 14 | 38 |
| 5а | 15 | |
| 5б | 16 | |
| 6 | 17 | |
| 6а | 18 | |
| 7 | 19 | |
| | 20 | |
| | 21 | |

Антропоген

- Автомобильная дорога
- Земли поселений
- Песчаный карьер
- ЛЭП
- Нефтепровод
- Нижний склад

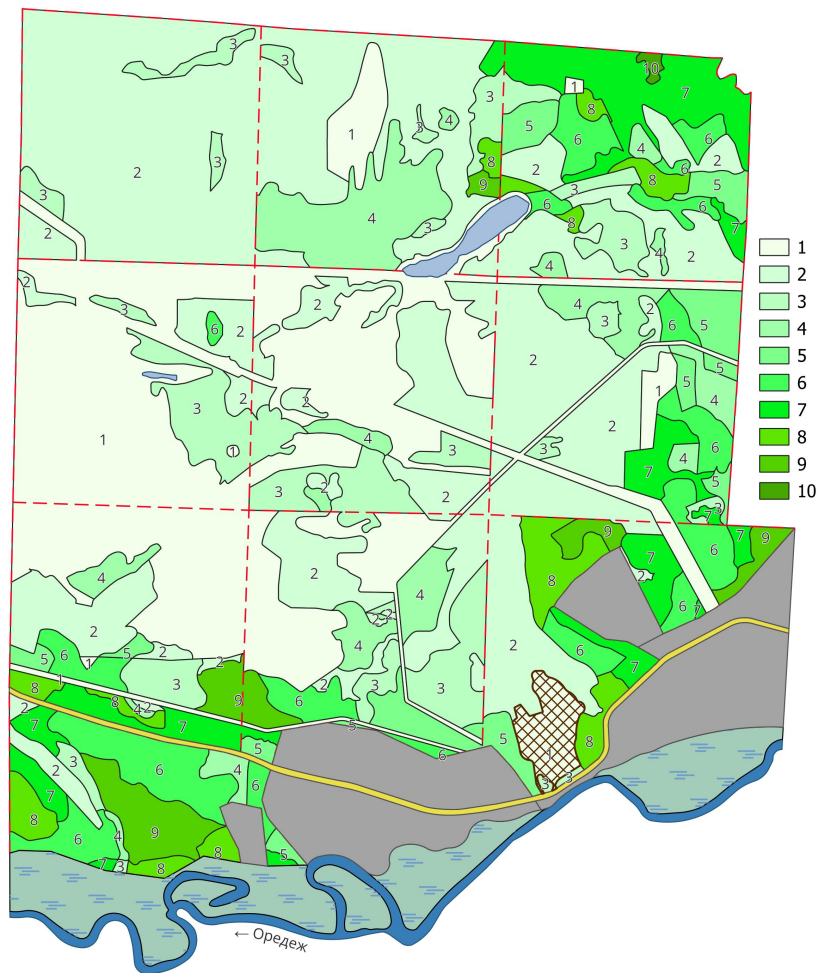
Гидрография

- Озёра
- Затопляемые участки
- Русло реки Оредеж

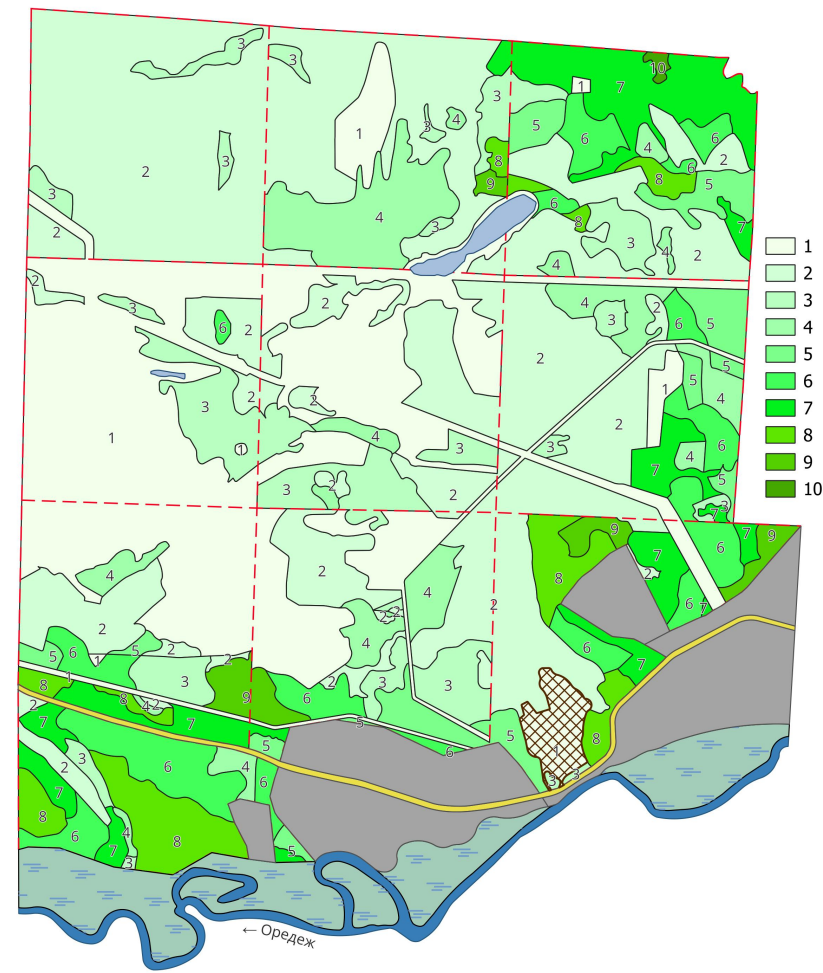
← Оредеж

Карты запаса углерода в живой древесине актуальной и восстановленной растительности

Углерод живой древесины



Углерод восстановленной растительности



ВЫВОДЫ

- **Полученные карты и данные о запасах углерода дают ценную информацию для управления лесными ресурсами.**
- **Предложенный подход является инструментом для оценки запаса углерода как в настоящий момент, так и возможность дать прогноз на будущее, что предоставляет данные для разработки стратегий по управлению ресурсами, помогая лучше понять и управлять углеродными потоками в различных экосистемах.**
- **Результаты подобного анализа позволяют разрабатывать эффективные меры по управлению и планированию лесными ресурсами для целей охраны окружающей среды.**