



РИТМ
УГЛЕРОДА

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ГРУППЫ «ГЕОБОТАНИКА» – 2023. ПОДХОДЫ К ТИПОЛОГИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Горнов А.В., Тихонова Е.В., Браславская Т.Ю., Шевченко Н.Е., Огуреева Г.Н.



УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ». РЕАЛИЗАЦИЯ ВИП ГЗ
«ЕДИНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ» - 2023
(Москва, 13–15 февраля 2024 г.)

Структура доклада

- ✓ Результаты работы группы «Геоботаника» в 2023 г.
- ✓ Концепция биомов в национальной системе мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов



Пионовая тайга. Печоро-Ильчский заповедник
Фото из презентации О.В. Смирновой



Валежник – важный компонент лесных сообществ
Фото И. Шпиленок



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ЛЕСА:

- Темнохвойные вечнозеленые
- Светлохвойные вечнозеленые
- Лиственные
- Смешанные с преобладанием хвойных
- Смешанные
- Смешанные с преобладанием лиственных
- Хвойные листопадные (лиственничные)
- Редины хвойные листопадные

ТРАВЯНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ:

- Луга
 - Степи
 - Хвойные вечнозеленые кустарники
 - Лиственные кустарники
- ### ВОДНО-БОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ:
- Болота
 - Прибрежная растительность

ТУНДРА:

- Кустарничковая
 - Осоковая
 - Кустарниковая
- ### ПРОЧАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ:
- Гари
 - Пахотные земли

НЕ ПОКРЫТЫЕ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ЗЕМЛИ:

- Открытые почвы и выходы горных пород
- Водные объекты
- Урбанизированные территории
- Вечные снега и льды

Баланс CO₂ по типам наземных экосистем*

| Территория | Площадь, млн га (% от общей площади РФ) | Баланс (факт), учитываемый в Национальном кадастре, млн т CO ₂ экв. в год** |
|--|--|--|
| Российская Федерация в целом | 1710 (100%) | 520 |
| 1. Леса управляемые | 657 (39%) | 653 |
| 2. Леса неуправляемые: резервные | 170 (10%) | - |
| 3. Леса неуправляемые: на сельхозземлях | 30 (2%) | - |
| 4. Редколесье | 86 (5%) | - |
| 5. Тундра | 246 (14%) | - |
| 6. Болота управляемые (осушенные, торфоразработки и др.) | 19 (1%) | -4 |
| 7. Болота неуправляемые | 109 (6%) | - |
| 8. Пахотные земли | 88 (5%) | -72 |
| 9. Луговые земли управляемые (пастбища и сенокосы) | 108 (6%) | -42 |
| 10. Луговые земли неуправляемые | 55 (3%) | - |
| 11. Водоемы | 65 (4%) | - |
| 12. Поселения | 14 (1%) | -15 |
| 13. Прочие (снега, льды, выходы горных пород, открытые грунты) | 63 (4%) | - |

* «+» означает нетто-поглощение, «-» означает нетто-выбросы.

** средние данные за 10 лет с 2012 по 2021 гг., приведены средние данные в связи с их высокой ежегодной волатильностью из-за пожаров.

Результаты работы группы «Геоботаника» в 2023 г.

1. Разработаны два варианта методик геоботанических исследований для лесных, болотных и травяных экосистем:

- ✓ тестовых полигонов;
- ✓ постоянных пробных площадей вне полигонов.

2. Выполнены геоботанические исследования на тестовых полигонах и пробных площадях вне полигонов согласно техническим заданиям и методическим рекомендациям, разработанным в рамках реализации проекта

3. Проведен геопространственный анализ полученных данных

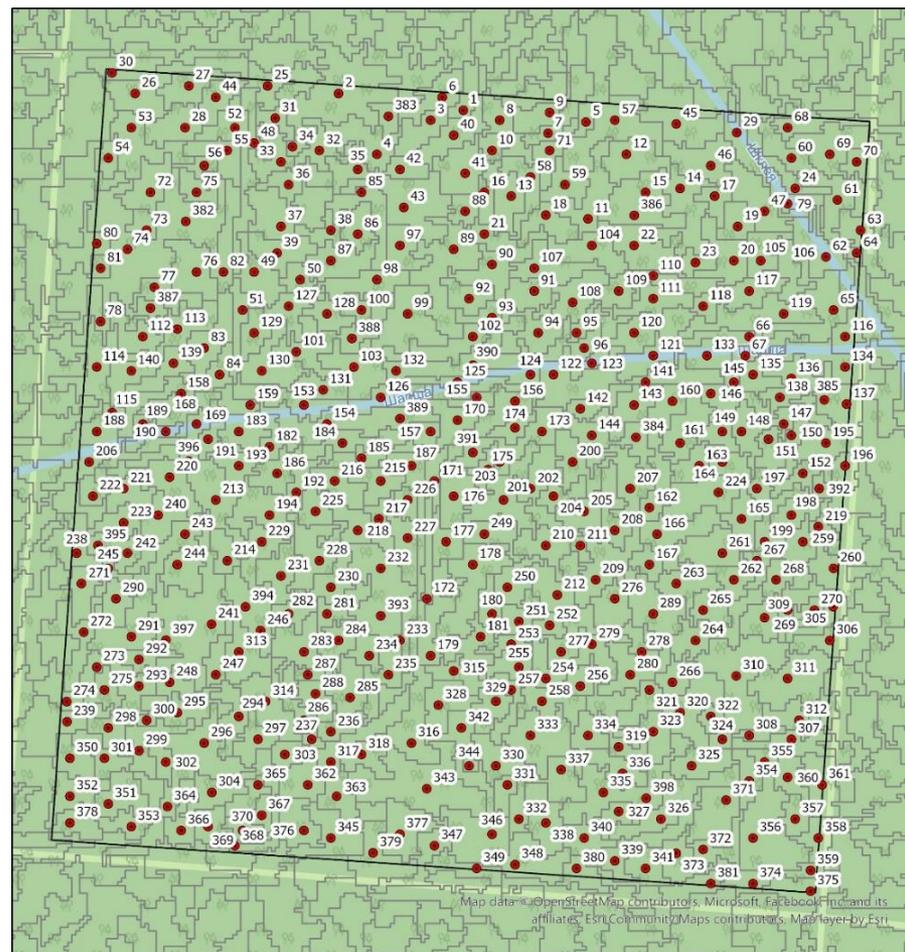


Елово-липовые леса с пихтой. Килерманский заказник. Полигон «Шаранга»

Геоботанические исследования на тестовых полигонах интенсивного уровня I типа

Исследования проводятся в 2 этапа: 1) экспресс-оценка; 2) описания на постоянных пробных площадях (ППП).

Геоботаническая экспресс-оценка проводится в точках, соответствующих центрам сегментов, выделенных группой по ДЗЗ.

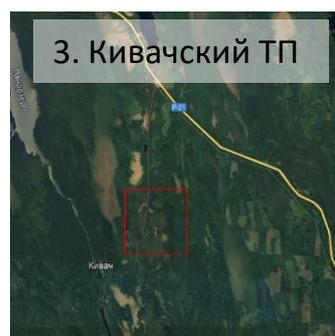


Расположение пробных площадей на полигоне «Шаранга» для экспресс-оценки

ПОЛИГОНЫ ИНТЕНСИВНОГО УРОВНЯ I ТИПА - 2023 г.



| Полигон | Субъект | Растительность |
|---|-----------------------|----------------|
| 1. Ногинский ТП | Московская область | Лес |
| 2. Шарангский ТП (ЦЭПЛ РАН) | Нижегородская область | Лес |
| 3. Кивачский ТП (ФИЦ КарНЦ РАН) | Республика Карелия | Лес |
| 4. Ляльский ТП (ИБ ФИЦ Коми НЦ РАН) | Республика Коми | Лес |
| 5. ТП Мухрино (ЮГУ) | ХМАО | Болото |



Материалы из слайда презентации Ершова Д.В.

Экспресс-оценка растительности на полигоне интенсивного уровня I типа

| Геоботаника, экспресс-обследование | | | |
|--|---|---|---|
| Полигон | Организация | Исследователь(и) | |
| точка GPS | | | |
| Широта (DD,DDDDDD в WGS 84) | | | |
| Долгота (DD,DDDDDD в WGS 84) | | | |
| Дата | | | |
| №№ фотографий | | | |
| Позиция в рельефе (нужное обвести) | автоморфная, транзитная, аккумулятивная | автоморфная, транзитная, аккумулятивная | автоморфная, транзитная, аккумулятивная |
| Наличие уклона | экспозиция угол | экспозиция угол | экспозиция угол |
| Вода на поверхности (%) | | | |
| Нарушения растительности (пожар, рубки, ветровал, короед, рекреация и др.) | | | |
| Сомкнутость А (%) | | | |
| Сомкнутость А1 (%) — если выделен | | | |
| Сомкнутость А2 (%) — если выделен | | | |
| Сомкнутость В (%) | | | |
| ПП С (%) | | | |
| ПП D (%) | | | |
| ПП бриевых мхов (%) | | | |
| ПП сфагновых мхов (%) | | | |
| ПП лишайников (%) | | | |
| Доминанты древостоя — % ПП | | | |
| Доминанты в яр. С — % ПП | | | |
| Название сообщества | | | |
| Доминирующие элементы мозаики растительности: название — доля площади (%) | | | |
| Имеются ли ветровально-почвенные комплексы (да/нет) | | | |
| Имеются ли зоогенные нарушения почвы и напочв. покрова (да/нет) | | | |
| Примечание | | | |

Определяются следующие параметры:

- ✓ Сомкнутость крон древесного и кустарникового ярусов, проективные покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов;
- ✓ Доминанты древесного (1-3 вида) и травяного (3-5 видов) ярусов;
- ✓ Доминирующие элементы мозаики (3 в сегменте);
- ✓ Название растительного сообщества
- ✓



Бланк экспресс-оценке растительности на полигоне интенсивного уровня I типа

Сомкнутость крон. Сосняк кустарничково-зеленомошный. Возраст – 70 лет

Фрагмент базы данных геоботанических описаний экспресс-оценки лесной растительности на полигоне интенсивного уровня I типа «Шаранга»

| Номер точки | Сегмент | Позиция в рельефе | Сомкнутость яруса А, % | Сомкнутость яруса В, % | Покрывание яруса С, % | Покрывание яруса D, % | Название сообщества | Напочвенный покров |
|-------------|---------|-------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|
| 1 | 289 | автоморфная | 70 | 50 | 65 | 2 | Осиново-липовый неморальный | неморальный |
| 2 | 290 | автоморфная | 80 | 40 | 50 | 10 | Березово-елово-липовый бореально-неморальный | бореально-неморальный |
| 3 | 291 | автоморфная | 65 | 35 | 70 | 2 | Елово-липовый неморальный | неморальный |
| 4 | 292 | аккумулятивная | 60 | 40 | 70 | 2 | Березово-липовый заболоченный | заболоченный |
| 5 | 293 | автоморфная | 75 | 30 | 35 | 3 | Березово-осиновый бореально-неморальный | бореально-неморальный |
| 6 | 145 | автоморфная | 65 | 55 | 50 | 2 | Березово-липово-еловый бореально-неморальный | бореально-неморальный |
| 7 | 311 | автоморфная | 65 | 30 | 45 | 2 | Осиновый бореально-неморальный | бореально-неморальный |

Бланк геоботанического описания растительности на полигоне интенсивного уровня I типа

Геоботаническое описание на полигоне _____ программы «Углерод в наземных экосистемах»
курсивом – пункты, не обязательные для заполнения

- № описания: _____
- Площадь описания 20 × 20 м 3. Дата: _____ 20 ____ г.
- Автор(ы) описания: _____
- № или название точки GPS: _____
- Географич. привязка: N (с.ш.) _____, E (в.д.) _____
- Заданный пункт мониторинга № _____
- Расстояние до заданного пункта _____ м Азимут на заданный пункт _____
- Абсолютная высота (над уровнем моря): _____ м
- Регион (область, край, республика): _____
- Административный район: _____
- Ближайший географич. ориентир, нанесенный на общедоступную карту (например, нас. пункт, река, дорога): _____
- Расстояние до ориентира _____ км Азимут на ориентир _____
- Лесничество: _____ Квартал: _____ Выдел: _____
- ООПТ, стациоляр: _____
- Номера фотографий сообщества: _____
- Положение в мезорельефе: _____
- Уклон поверхности участка: _____ град. Экспозиция склона: _____
- Положение площадки на склоне (нужное подчеркнуть): а) автоморфное (верхняя часть склона); б) транзитное (средняя часть склона); в) аккумулятивное (подножье склона).
- Выраженные формы микрорельефа (нужное подчеркнуть, заполнить): а) кочки (травяные, моховые): покрытие _____%, высота _____ см; б) ямы, ложбины: покрытие _____%, глубина _____ см; в) приствольные повышения деревьев: покрытие _____%, высота _____ см; г) пни: покрытие _____%, высота _____ см; е) ветровальные бугры: покрытие _____%, высота _____ см; ф) валеж (упавшие стволы деревьев): покрытие _____%, высота _____ см; г) кротовины, сурчины: покрытие _____%, высота _____ см; д) другое: _____
- Примечания о рельефе: _____
- Характер увлажнения (нужное подчеркнуть): а) атмосферное, б) тундровое, в) смешанное. Режим увлажнения (нужное подчеркнуть): а) проточное, б) застойное. Покрытие зеркала воды на поверхности участка _____%. Глубина залегания уровня почвенно-грунтовых вод _____ м.
- Название растительного сообщества по доминантам господствующего яруса и напочвенного покрова: _____
- Разнообразие и размеры парцелл в сообществе: _____
- Сообщества по соседству: _____
- Следы хозяйственной деятельности на площадке или на расстоянии _____ м от нее (нужное подчеркнуть): а) поселения (жилые, нежилые); б) трассы коммуникаций (дорог, ЛЭП, трубопроводов) (используемых, не используемых); в) сельскохозяйственные угодья (используемые, не используемые); г) следы выпаса, скотопргона; е) постройки, сооружения (используемые, не используемые); ф) следы корчевки деревьев (ямы, вывороченные пни); г) следы рубок леса (пни и др. порубочные остатки, трелевочные приспособления); h) дренажные каналы; и) следы подочки деревьев; j) стоянки, кострища (используемые, не используемые); k) бытовой или промышленный мусор; l) другое: _____
- Следы стихийных нарушений растительности на площадке или на расстоянии _____ м от нее (нужное подчеркнуть): а) пожаров; б) оползней, камнепадов, плоскостной эрозии почв; в) мерзлотного пучения почв; д) карстовых или суффозионных процессов; е) паводков; ф) массовых усыханий деревьев (вызванных патогенами, экстремальными погодными или гидрологическими явлениями); г) массовых буреломов или ветровалов деревьев; h) воздействия диких копытных; и) других: _____
- ПП-обнаженного грунта: _____% 27. ПП-каменной: _____% ПП-подстилки и опада: _____%
- Сухие стоячие деревья (нужное подчеркнуть, заполнить): а) отсутствуют, б) единичные хвойные/лиственные, в) не единичные хвойные/лиственные (размещены по одиночке/группами);

Геоботаническое описание на полигоне _____ программы «Углерод в наземных экосистемах»
курсивом – пункты, не обязательные для заполнения

- многочисленные хвойные/лиственные (размещены по одиночке/группами). Дополнения о сухостое (причины образования, виды): _____
- Количество валежа (нужное подчеркнуть): а) отсутствует, б) занимает не больше 2% площади, в) занимает 2-10%, г) занимает больше 10%. Примечания о валеже: _____
- Общее проективное покрытие (ОПП) _____%
- Состав и структура яруса А (= древостой; включает деревья выше _____ м) _____
- Общая сомкнутость крон _____%
- Формула состава древостоя (по соотношению покрытий крон): _____
- Размер деревьев: высота а) диапазон _____ м, б) сред. _____ м, диаметр: а) диапазон _____ см, б) сред. _____ см
- Возраст доминирующей деревьев (указать виды): _____
- Размещение деревьев (нужное подчеркнуть): а) равномерно плотное, б) равномерно редкостойное, в) небольшие группы (включающие деревья разного размера и подрост) разделены небольшими прогалинами (более 20×20 м), г) отдельно стоящие крупные деревья, сохранившиеся после катастрофического нарушения, и сомкнутый полог молодых деревьев, выросших после нарушений.
- Примечание о ярусе А: _____
- Состав и структура яруса В (= подрост и подлесок; при нечеткой ярусной структуре в ярус В включаются деревья ниже 1/2 максимальной высоты господствующего полога, но выше 1 м) _____
- Общая сомкнутость _____% 31.2. Высота: а) диапазон _____ м, б) сред. _____ м
- Тип горизонтальной структуры яруса (нужное подчеркнуть): а) распределен равномерно, б) имеются нечетко отграниченные группы, в) выражены четко отграниченные группы
- Примечание о ярусе В: _____
- Состав и структура яруса С (= травяно-кустарничковый, в него также включаются лианы и древесные растения высотой до 1 м, т.е. кустарники и подрост деревьев) _____
- Проективное покрытие _____% 32.2. Высота а) диапазон _____ см, б) сред. _____ см
- Примечания о ярусе С: _____
- Состав и структура яруса D (= мохово-лишайниковый; включает мхи и лишайники на почве или на высоте не более 0,5 м над почвой) _____
- Проективное покрытие _____%, 33.2. В том числе бриевых мхов и печеночников _____%, 33.3. сфагновых мхов _____%, 33.4. лишайников _____%
- Субстраты мхов и лишайников: а) обнаженный грунт, б) подстилка на почве, в) камни, г) приствольные повышения деревьев, е) мелкий веточный опад, ф) крупные древесные остатки, г) другое: _____
- Примечания о ярусе D: _____
- Внеярусная растительность (= лианы и эпифиты; поднимающиеся на выс. более 0,5 м над почвой) _____
- Лианы, древесные/травянистые (нужное подчеркнуть): а) отсутствуют, б) единичные, в) многочисленные, г) развиты массово
- Примечания о лианах: _____
- Эпифитные (на высоте более 0,5 м над почвой) мхи/лишайники/грибы/сосудистые растения (нужное подчеркнуть): а) отсутствуют, б) единичные, в) немногочисленные, г) развиты массово
- Примечания об эпифитах: _____

Фрагмент базы данных геоботанических описаний лесной растительности на полигоне интенсивного уровня I типа «Ногинск»

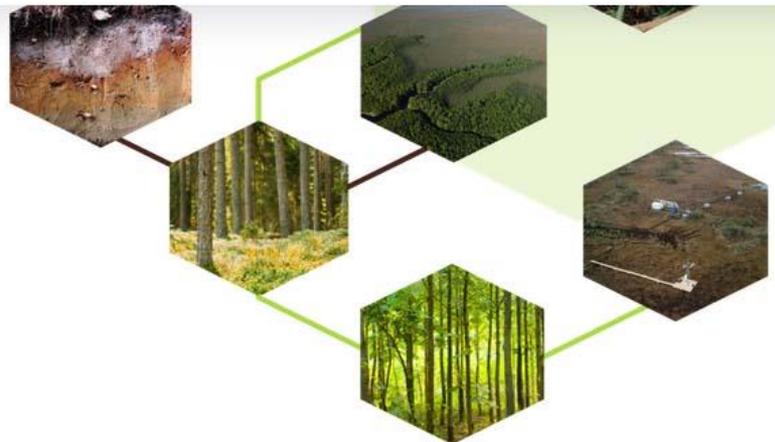
| Номер описания | Координата 1 | Координата 2 | Сомкнутость яруса А, % | Сомкнутость яруса В, % | Покрытие яруса С, % | Формула древостоя яруса А1 | Формула древостоя яруса А2 |
|----------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| 142a | 55,82 | 38,57 | 70 | 45 | 40 | 4Е3Вш2Д1Ос | 4Е3Вш2Лп1Ос+Кл |
| 142b | 55,82 | 38,57 | 75 | 30 | 40 | 4Д4Е2Ос | 10Вш |
| 53a | 55,82 | 38,56 | 65 | 45 | 60 | 7Ос2Д1Лп | 8Е2Лп+Б |
| 53b | 55,82 | 38,56 | 70 | 45 | 60 | 7Д3Е | 6Лп4Е |
| 43a | 55,82 | 38,56 | 60 | 30 | 30 | 5Е4Д1Б | 6Е3Кл1Б |
| 43b | 55,82 | 38,56 | 70 | 50 | 20 | 4Е3Д1Б1Ос | 6Е2Кл1Д1Б+Лп |

| Виды | Ярус | Номер описания | | | | | |
|--------------------------|------|----------------|------|-----|-----|-----|-----|
| | | 142a | 142b | 53a | 53b | 43a | 43b |
| <i>Betula pendula</i> | А1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| <i>Picea abies</i> | А1 | 20 | 35 | 10 | 0 | 20 | 20 |
| <i>Populus tremula</i> | А1 | 10 | 10 | 0 | 35 | 3 | 0 |
| <i>Quercus robur</i> | А1 | 25 | 15 | 25 | 10 | 15 | 15 |
| <i>Tilia cordata</i> | А1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| <i>Ulmus glabra</i> | А1 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Acer platanooides</i> | А2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 |

Подготовлены формы для передачи данных ritm-c.ru/results/data-submission/#3



ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ НАЗЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОРМЫ И ИНСТРУКЦИИ



Описание пункта постоянного наблюдения

Таксационная группа

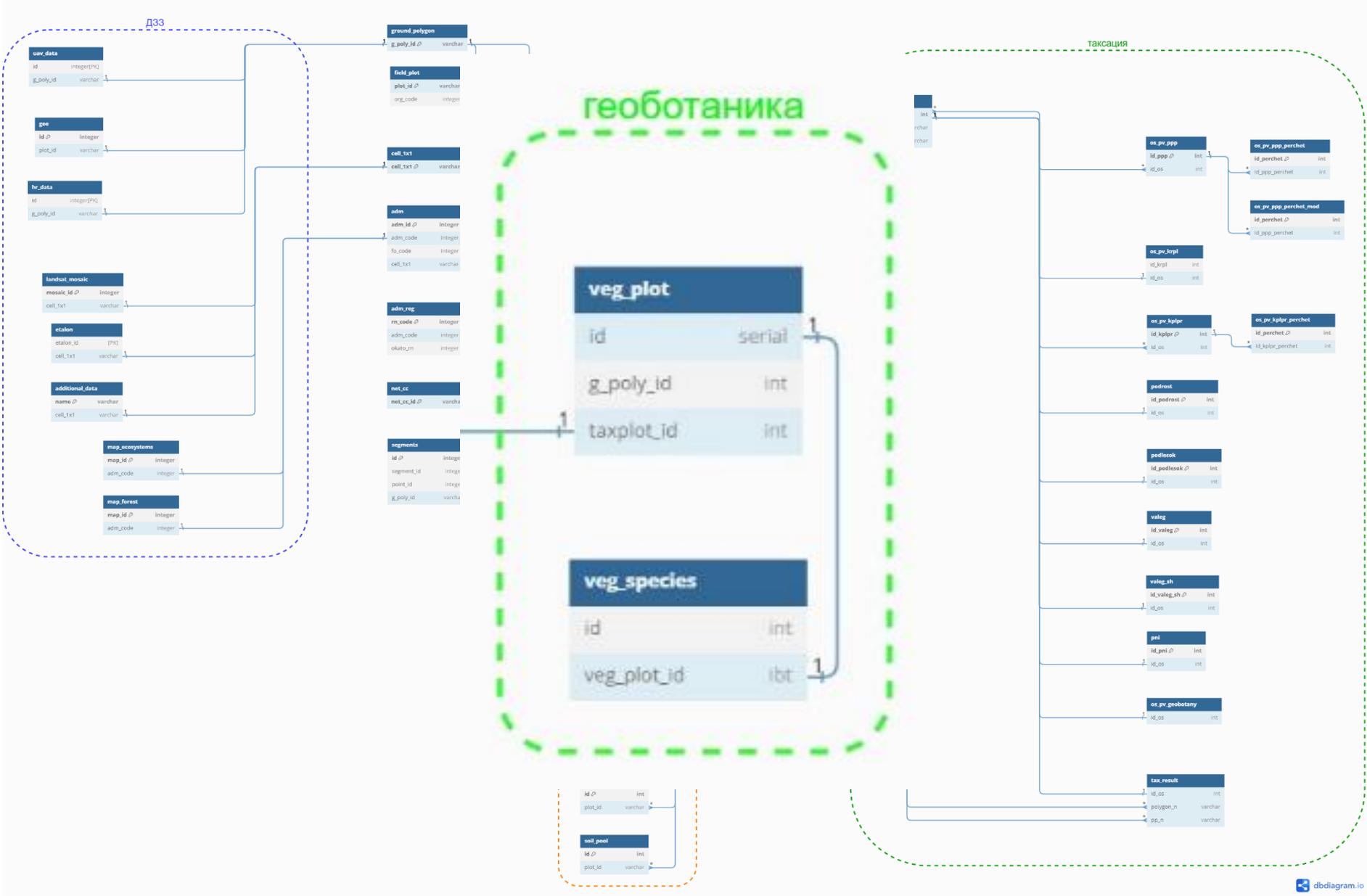
Геоботаническая группа



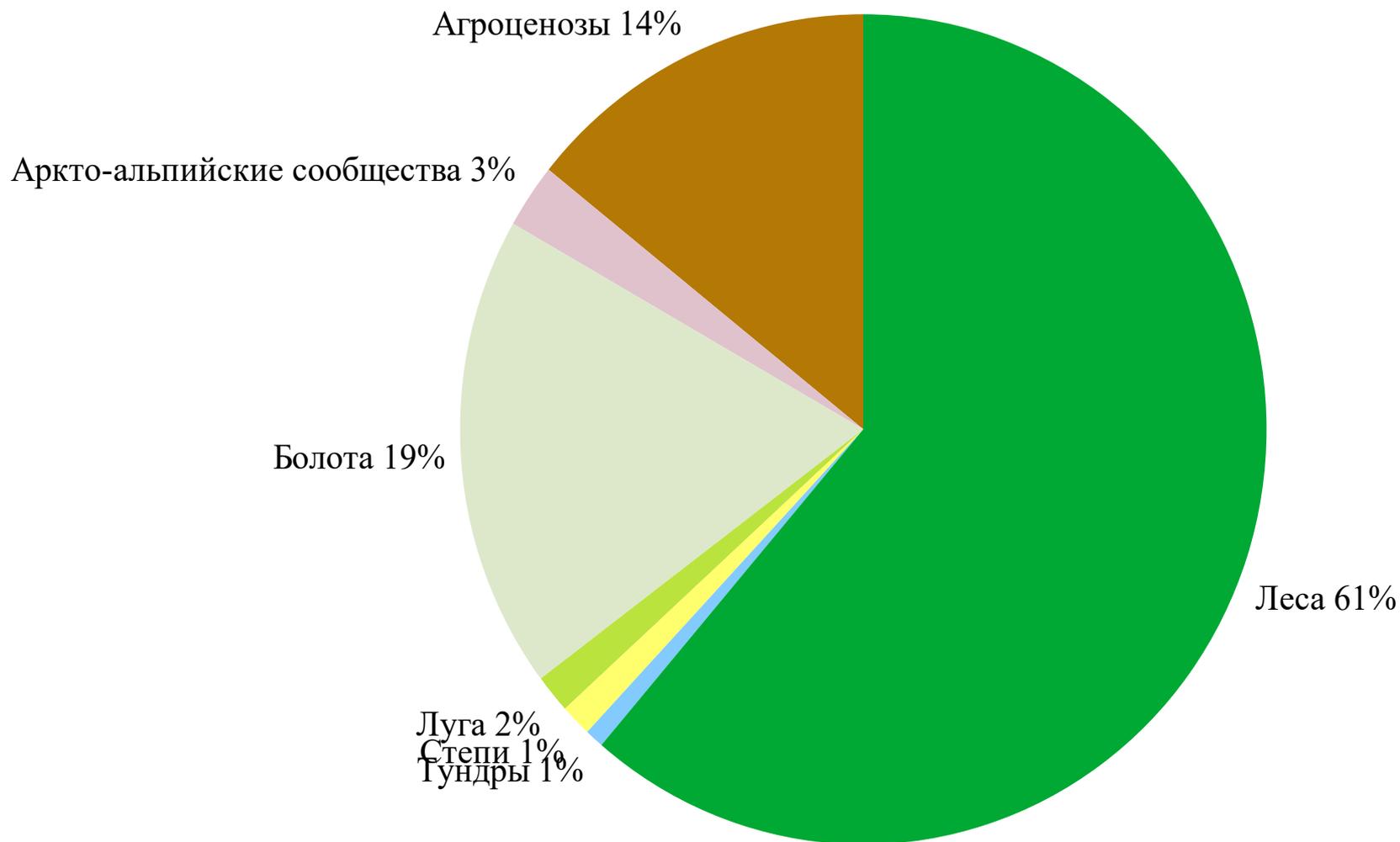
Геоботаническое описание

Почвенная группа

Фрагмент структуры разрабатываемой базы данных



Организации-исполнители в 2023 г. заложили 400 ППП



Иерархия биомов

Схема уровней биомной организации биосферы (по Walter & Breckle, 1991) с дополнениями (Огуреева и др., 2004)

| БИОМЫ | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| Горные | Равнинные | Азональные |
| Оробиомы – I-го порядка (классы типов поясности) | Зонобиомы Субзонобиомы | Педобиомы |
| Оробиомы II-го порядка (группы типов поясности) | Группы региональных биомов | Лито- и псаммобиомы |
| Региональные оробиомы (типы и группы типов поясности) | Биомы регионального уровня | Биомы (ландшафтов) |
| Горный пояс | Комплекс биогеоценозов | Локальный комплекс биогеоценозов |
| Биогеоценоз | Биогеоценоз | Биогеоценоз |

Смоленско-Приволжский биом широколиственно-хвойных лесов (23)

Площадь биома – 428,3 тыс. км² .

Структура биома (в % от общей площади): широколиственно-хвойные (с участием мелколиственных) – 16,9, еловые – 6,6, сосновые – 6,1, лиственные – 22,2 леса; луга – 31,5; болота – 2,0; реки, озера – 2,1; открытые грунты, выходы пород – 6,2; пахотные земли – 6,0; прочие земли – 0,4. Лесистость биома в среднем составляет 53%.

Природные условия

Климат

Флора

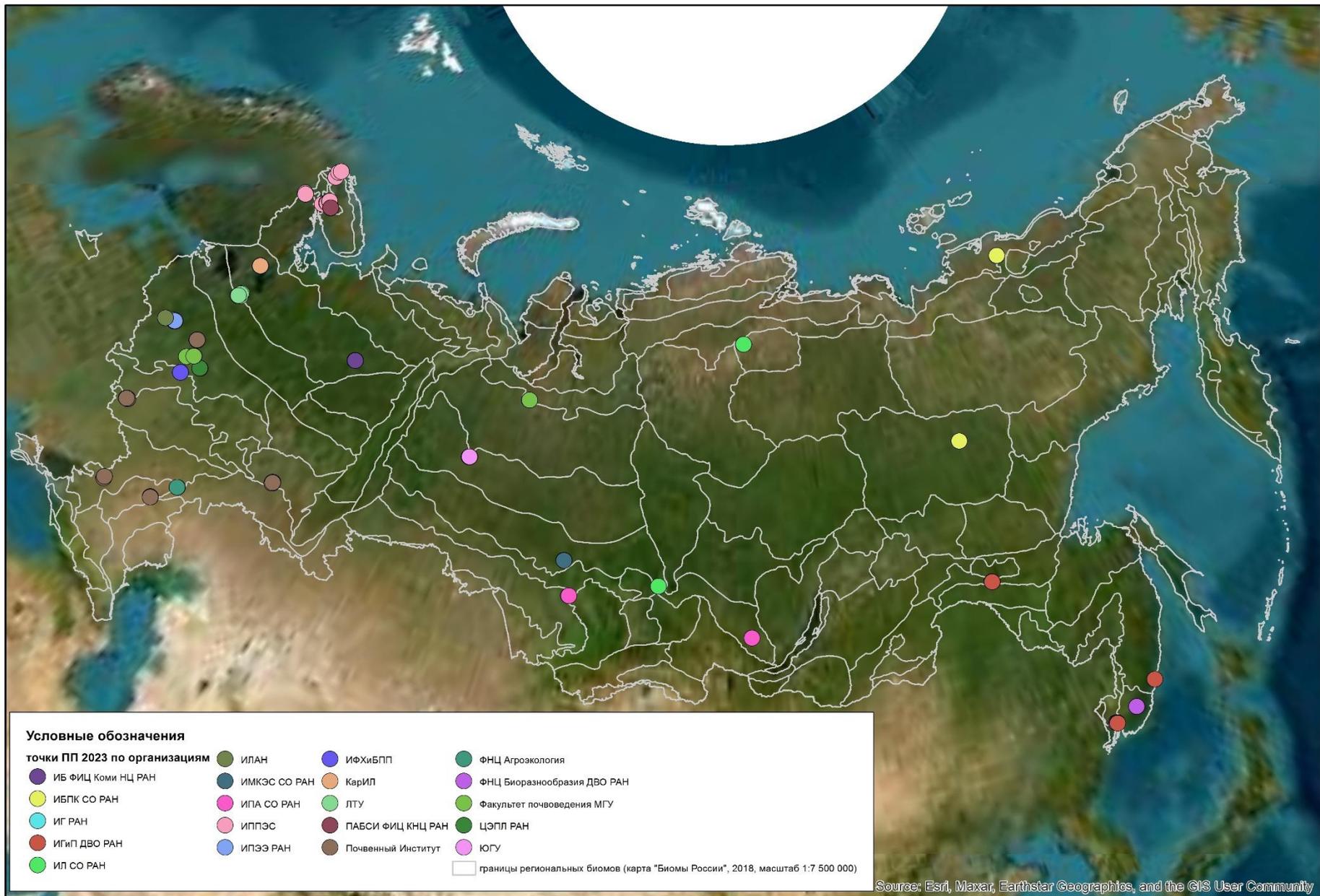
Растительность. Зональные экосистемы биома представлены гемибореальными широколиственно-хвойными, хвойными суббореальными и широколиственными неморальными лесами. Фоновыми для биома являются широколиственно-еловые (*Picea abies*) неморальнотравяные (*Carex pilosa*, *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura*, *Galeobdolon luteum*, *Aegopodium podagraria*) сложные леса с участием широколиственных пород (*Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*) и производные сообщества со значительным участием мелколиственных пород, в общем занимающие порядка 48% площади.

Соотношение мест расположения ППП с зональным, субзональным и региональным подразделением системы биомов России

| Зональное положение | | Субзональная группа биомов | Региональная группа биомов | Число ППП |
|---------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| <u>Зонобиомы</u> | тундровый | гипоарктические тундровые | - | 3 |
| | бореальный (лесотундра и тайга) | гипоарктические лесотундровые | - | 5 |
| | | гипоарктические северотаежные | - | 7 |
| | | бореальные среднетаежные | - | 86 |
| | | бореальные южнетаежные | - | 52 |
| | | бореальные подтаежные | - | 6 |
| | <u>гемибореальный</u> (подтаежные леса) | - | широколиственно-хвойные подтаежные | 112 |
| | неморальный (широколиственные леса и лесостепь) | широколиственно-лесные | - | 35 |
| лесостепные | | - | 16 | |
| степной | - | разнотравно-дерновиннозлаковые степи | 7 | |
| | | <u>дерновиннозлаковые степи</u> | 17 | |
| <u>Оробиомы I порядка</u> | бореальный (гипоарктические и таежные леса) | гипоарктические | - | 29 |
| | | таежные | - | 5 |
| | неморальный (хвойно-широколиственные и широколиственные леса) | - | южные дальневосточные | 20 |
| Всего | | | | 400 |

Примечание. «-» — не выделяется

Расположение ППП в системе биомов России



РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ

Дистанционный мониторинг Земли при помощи спутников



Значительную площадь занимают мелколиственные и смешанные леса - леса с преобладанием березы, осины, серой ольхи, часто с примесью хвойных деревьев или с отдельными участками хвойных лесов. Практически все - производные леса, сформировавшиеся на месте коренных лесов в результате рубок, расчисток, лесных пожаров.

Данные проекта «Космическая научная обсерватория углерода лесов России»

Факторы негативной динамики лесов

- Пожары
- Рубки
- Изменение климата
- Вспышки массового размножения насекомых, болезни леса (эпифитотитии)
- Комбинированные эффекты



Послерубочные сукцессии



Рубка леса. И. Шишкин

Вырубка (5-10 лет)



**Сосняки
кустарничково-зеленомошные
(40-50 лет)**



**Хвойно-широколиственные леса
(более 100 лет)**



Пример послерубочной сукцессия в подзоне хвойно-широколиственных лесов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Предлагаем выбор мест заложения полигонов и ППП вне полигонов, в том числе сукцессионных стадий, проводить на основе подходов биомной организации территории.
- Закладывать полигоны и ППП вне полигонов в биомах, неохваченных наземными исследованиями.
- При заложении полигонов и ППП вне полигонов основываться на информации о зональных и фоновых типах растительных сообществ для региональных биомов.

Спасибо за внимание!

