

Картографирование видов сем. Ариасеае как пищевых ресурсов бурого медведя в южной тайге на основе моделей MaxEnt

Огурцов Сергей

Центрально-Лесной заповедник





600 км до Санкт-Петербурга

Тверская обл.

250 км до Твери

350 км до Москвы

Псковская обл.

Смоленская обл.

Московская обл.

Калужская обл.

Центрально-Лесной заповедник расположен на юго-западе Тверской области, на стыке Нелидовского, Андреапольского, Селижаровского и Оленинского районов

ЦЛГПБЗ

ТВЕРЬ

КИМРЫ

ДУБНА

КЛИН

СТАРИЦА

РЖЕВ

ЗУБЦОВ

КНЯЖЬИ ГОРЫ

ВОЛОКОЛАМСК

ШАХОВСКАЯ

МОСКВА

Западная Двина

Жукога

Волга

Тудоека

Межа

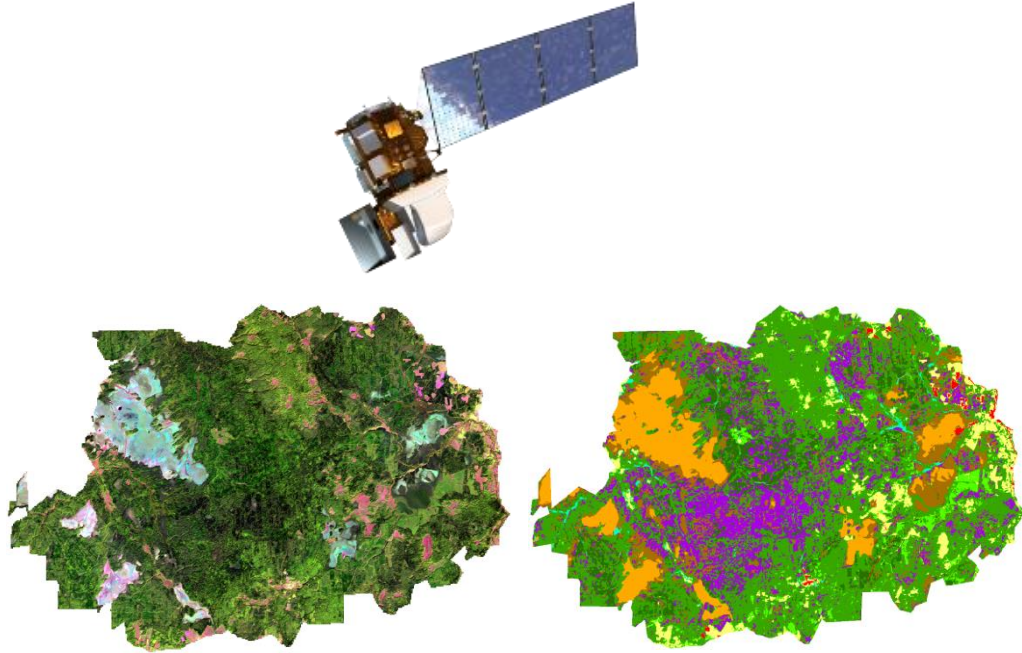
ЗАПАДНАЯ ДВИНА

НЕЛИДОВО

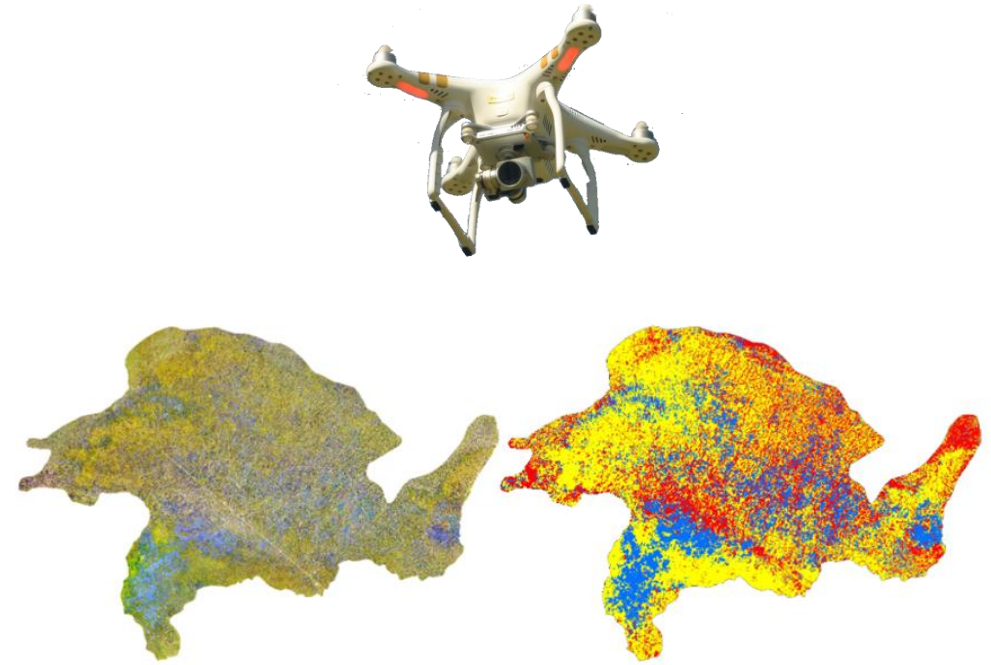
ОЛЕНИНО

Цифровое картографирование

Картографирование на основе данных
ДЗЗ



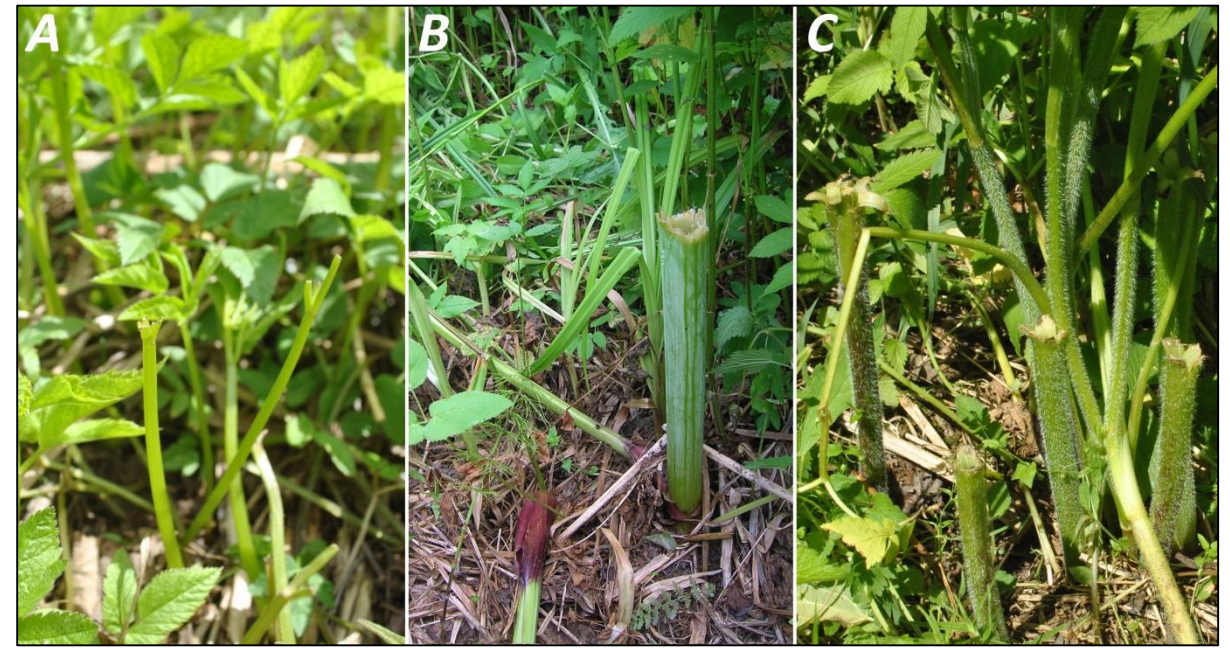
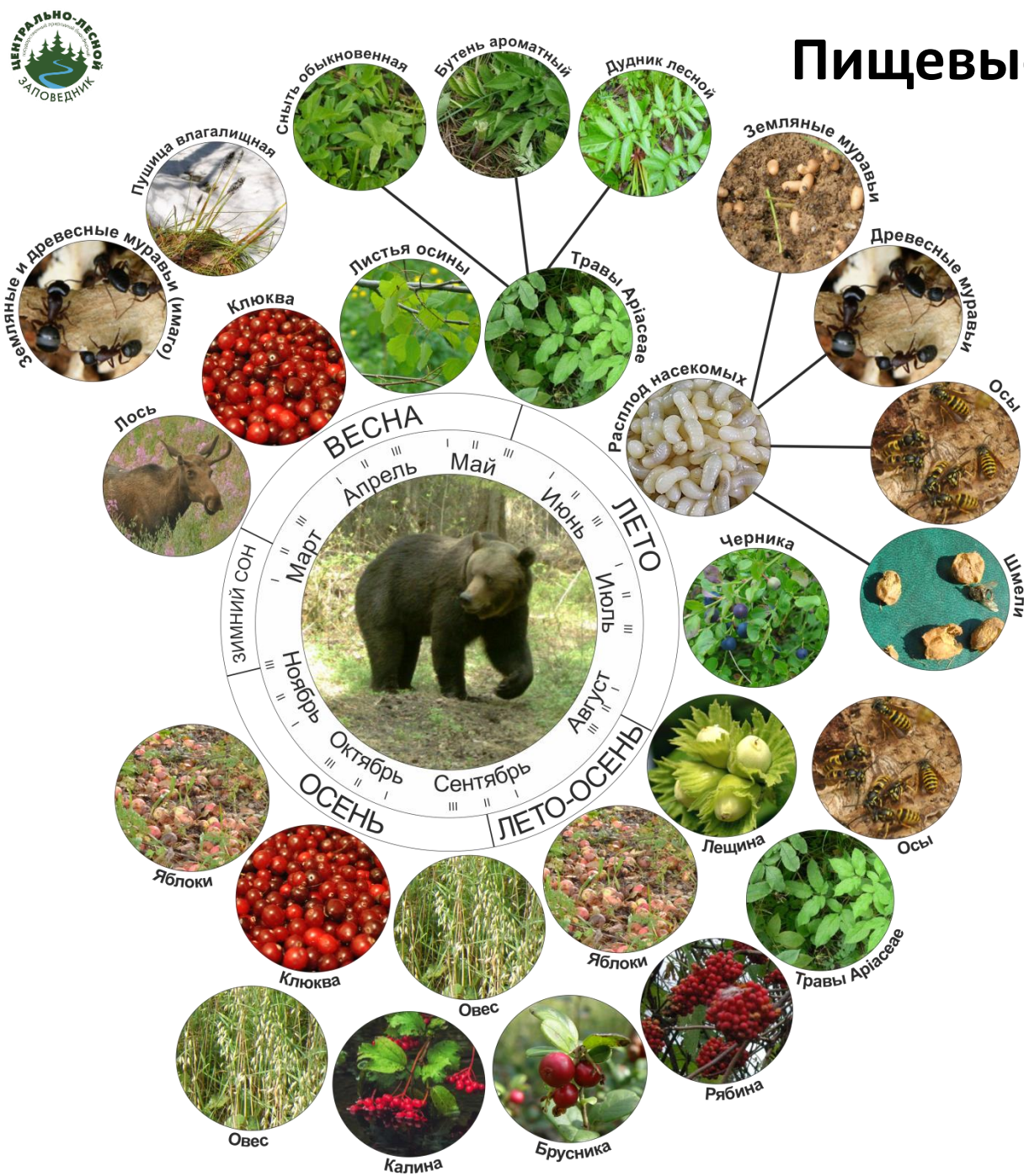
Картографирование на основе съемки
БПЛА



SDM (Species Distribution Modeling)
Моделирование пространственного распределения



Пищевые ресурсы бурого медведя



Цель и задачи



Цель

Построить карты пространственного распределения пищевых ресурсов бурого медведя на основе SDM

Задачи



Построить модели пространственного распределения пищевых ресурсов бурого медведя (видов сем. *Apiaceae*) с помощью MaxEnt.



Оценить качество построенных моделей на независимых данных.



Установить ведущие переменные окружающие среды и оценить характер их влияния на распределение растений.



Построить прогнозируемое распределение растений в виде карт относительной вероятности их присутствия.





Материал и методы



Методы исследования и собранный материал

Коротко в цифрах



- ✓ 196 точек дудника
- ✓ 113 точек бутеня
- ✓ 56 точек сныти



- ✓ GPS-локации бурого медведя по территории исследований

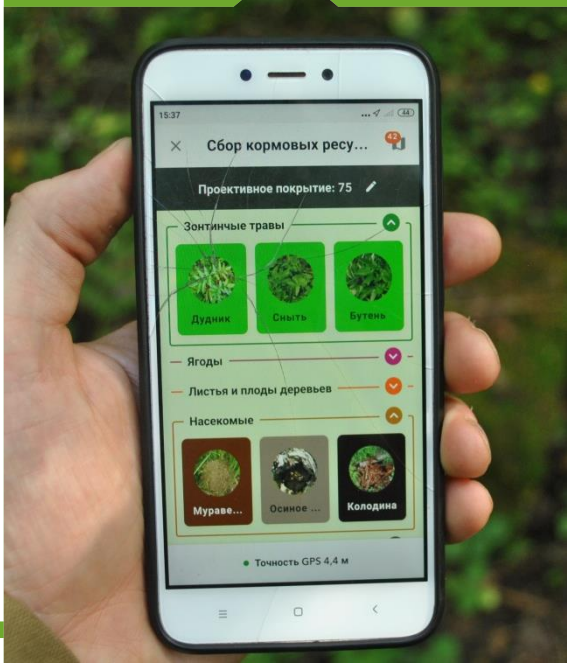


- ✓ Различных переменных среды



- ✓ Модели на основе MaxEnt
- ✓ Построено 348 моделей

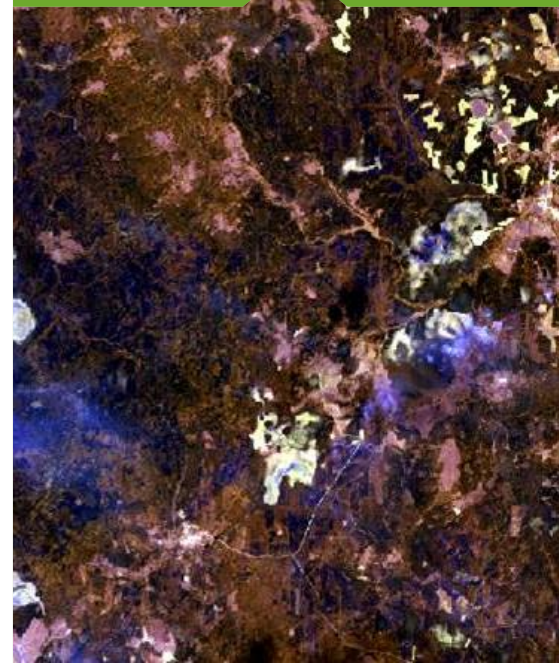
СЭМПЛИНГ



Независимые точки



Переменные среды



Моделирование

```
library(biomod2)
par(mfrow = c(2, 2))
level.plot(dataset$reg, XY = dataset[, c('X', 'Y')],
           show.scale = T, title = 'original')

level.plot(en$li[, 1], XY = dataset[, c('X', 'Y')],
           show.scale = T, title = 'MaxEnt')

roc_enfa <- roc(bear_data$bear, en$li[, 1])
threshold_enfa <- coords(roc_enfa, 'best')
Pred01 <- as.numeric(en$li[, 1] > threshold_enfa)
level.plot(Pred01, XY = bear_data[, c('X', 'Y')],
           show.scale = T, title = 'MaxEnt prediction')

# GLM

dataset_train <- read.csv('E:/MaxEnt_DATA/dataset_train.csv')
dataset <- read.csv('E:/MaxEnt_DATA/NewDataset.csv')
nrow(dataset)
head(dataset)
dataset <- as.data.frame(dataset_train)
dataset <- na.omit(dataset)
dataset_train$reg <- as.factor(dataset_train$reg)
summary(dataset$reg)

fit <- glm(reg~ndvi+gndvi+ndwi+river+el...
```


Источники переменных среды



- ✓ 9 сцен с 2013 по 2020 гг.
- ✓ Вегетационные индексы
- ✓ Классификация ландшафтов



- ✓ Высота н.у.м.
- ✓ Крутизна и экспозиция
- ✓ Составной топографический индекс
- ✓ Доля солнечной радиации

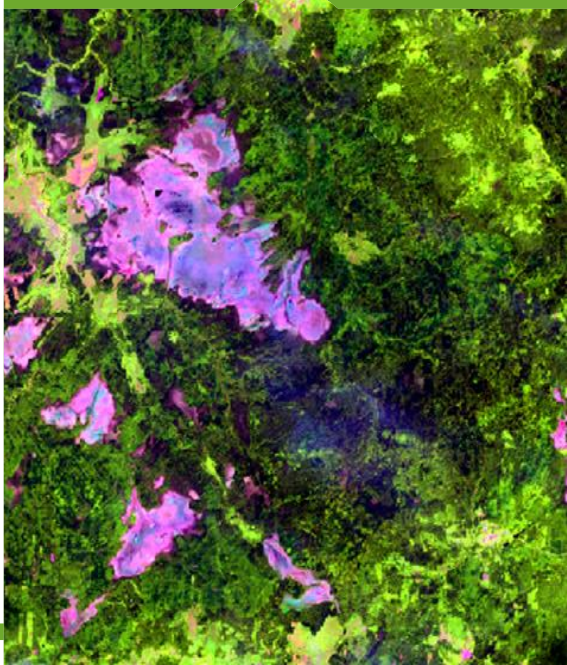


- ✓ Расстояние до рек

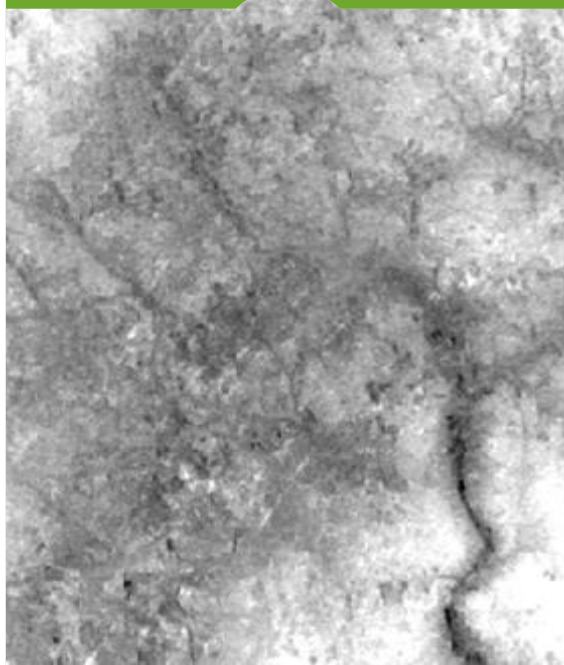


- ✓ Картографирование на уровне микростаций

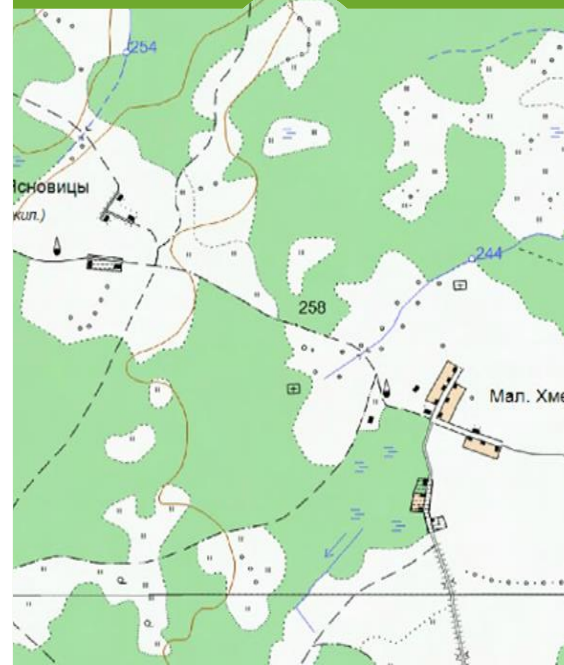
Сателлитные снимки



ЦМР



Топокарты

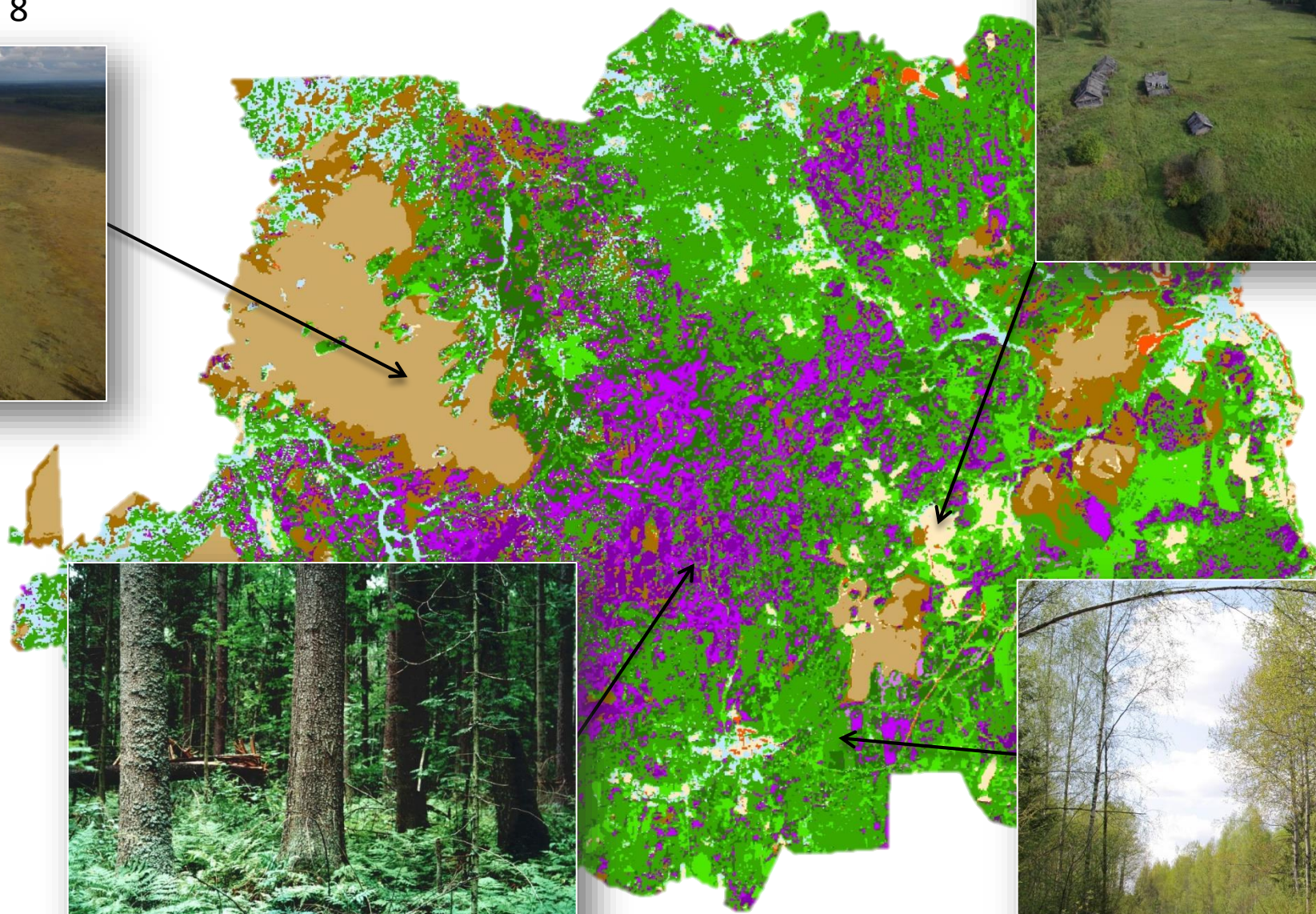


Ортофотопланы



Типология ландшафтного покрова

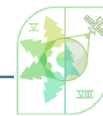
По результатам полу-автоматического дешифрирования сцен спутника Landsat 8



- ельники бореальные
- ельники неморальные
- ельники папортниковые
- мелколиственные старые леса
- мелколиственные молодые леса
- молодняки, зарастающие вырубki
- сосняки сфагновые
- верховые болота
- луга суходольные
- луга пойменные
- с/х земли, пашни и свежие вырубki



Алгоритм моделирования



1. ПЕРЕМЕННЫЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Переменные окружающей среды

↓

Пре-селекция переменных (Spearman Cor., VIF-test)

↓

Не коррелирующие важные переменные

- Wetness
- NDMI
- EVI

+

- Altitude
- Slope
- Northness
- Eastness
- SolRad
- CTI

+

- RivDist

+

- Landcover in %

2. ТОЧКИ ПРИСУТСТВИЯ



Разреживание до $NNI > 1$

3. РАЗБИЕНИЕ ДАННЫХ



4. НАСТРОЙКА МОДЕЛИ

Обучение модели с настройками по умолчанию

↓

Выбор гиперпараметров по генетическому алгоритму

↓

Обучение модели с оптимальными гиперпараметрами (FT, RM)

Пост-селекция переменных

Обучение модели (10 моделей из 10 наборов данных)

↓

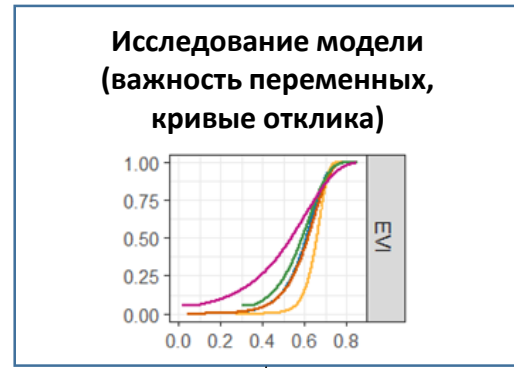
Проверка модели (10-мерная блоковая кросс-валидация)



Надежные модели (TSS > 0.4; AUCtest > 0.7)

Независимые оценки качества модели

6. ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ





Результаты исследований



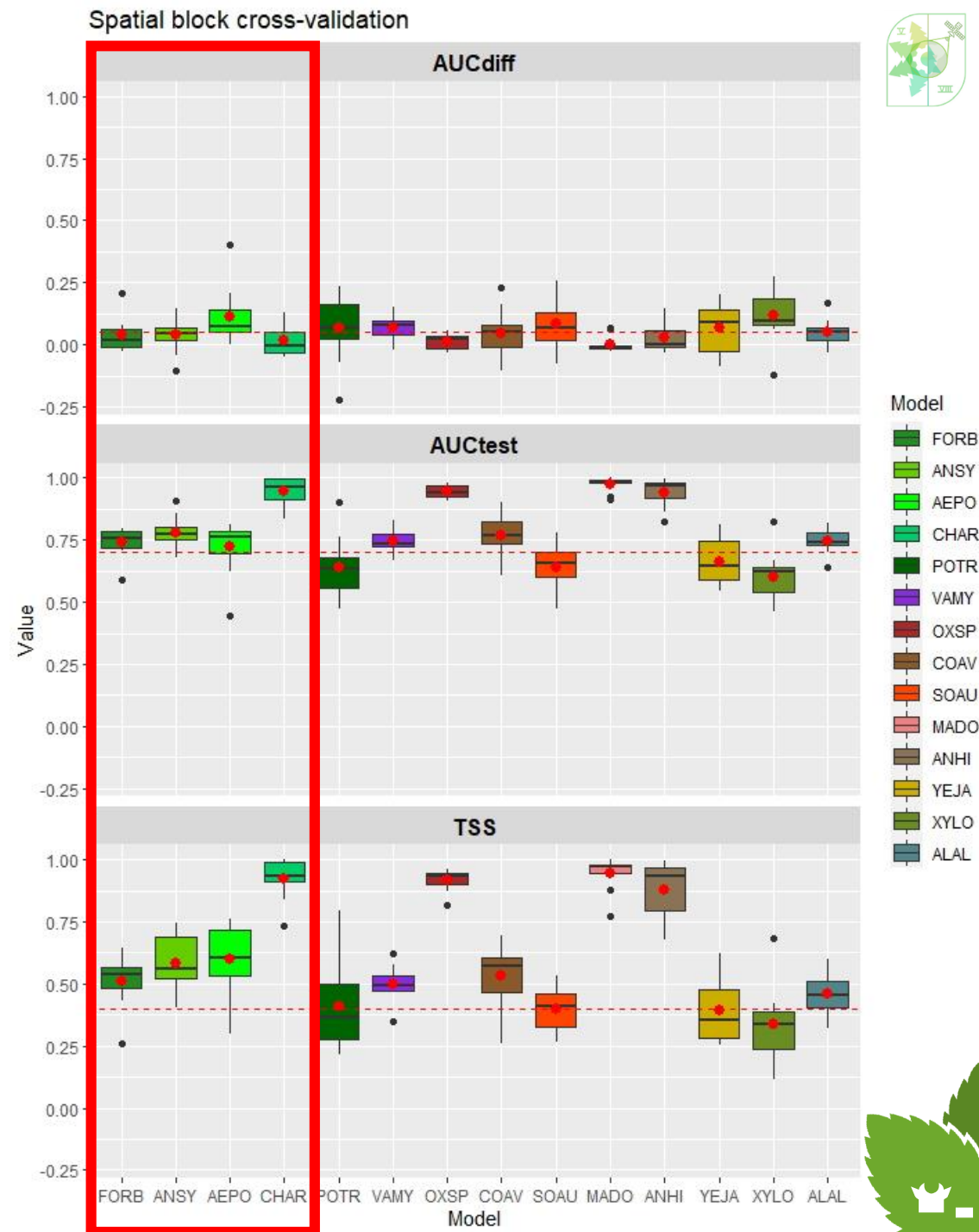
Оценка качества

Вид растения	Название модели	AUC _{train}	AUC _{test}	AUC _{diff}	TSS	CBI
Модели для растительных пищевых ресурсов						
Все три вида <i>Apiaceae</i>	FORB	0,78	0,74	0,04	0,51	0,97
<i>Angelica sylvestris</i>	ANSY	0,82	0,78	0,04	0,59	0,92
<i>Aegopodium podagraria</i>	AEPO	0,84	0,72	0,11	0,60	0,93
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	CHAR	0,96	0,95	0,01	0,92	0,71

Во многих работах оценка модели производится на тех же данных, на которых она строится, что не дает по настоящему объективных оценок ее качества

В идеале модель должна оцениваться на основе другого набора данных того же вида, но собранных независимо от исследователя

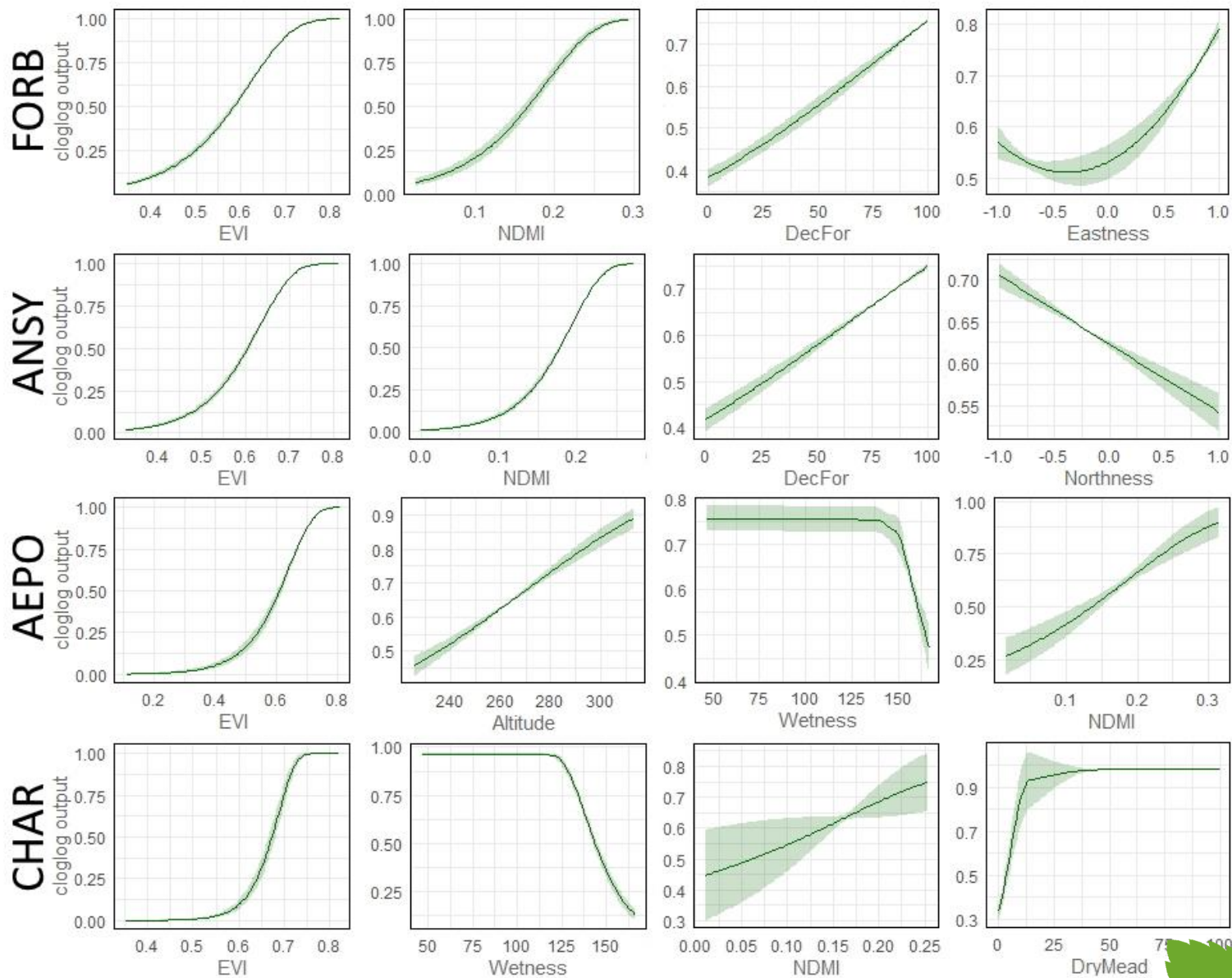
Красная пунктирная линия соответствует выбранным пороговым значениям для показателей AUC_{diff} (0,05), AUC_{test} (0,7), TSS (0,4)



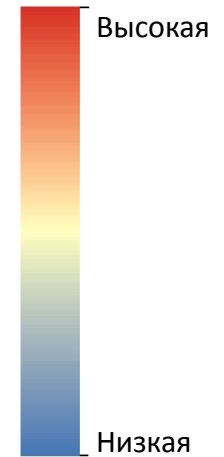
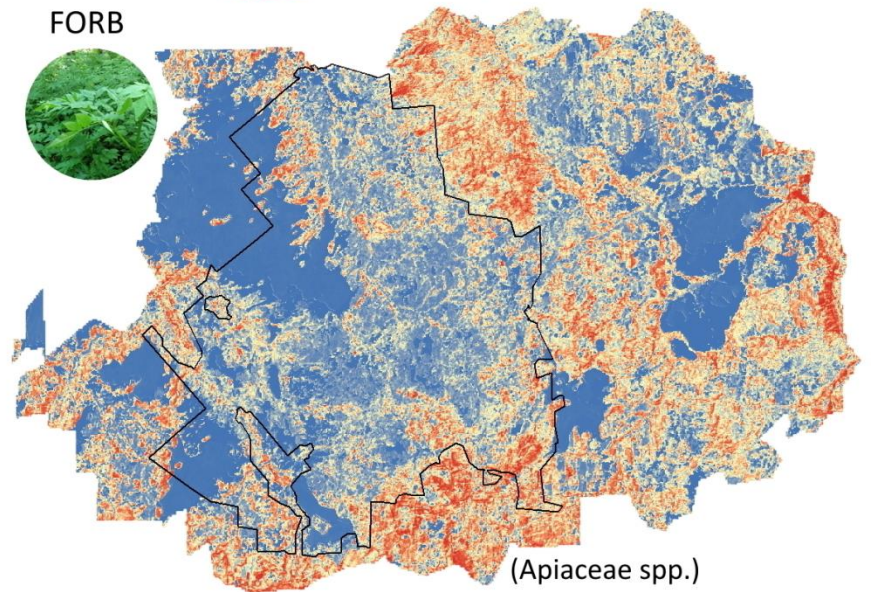
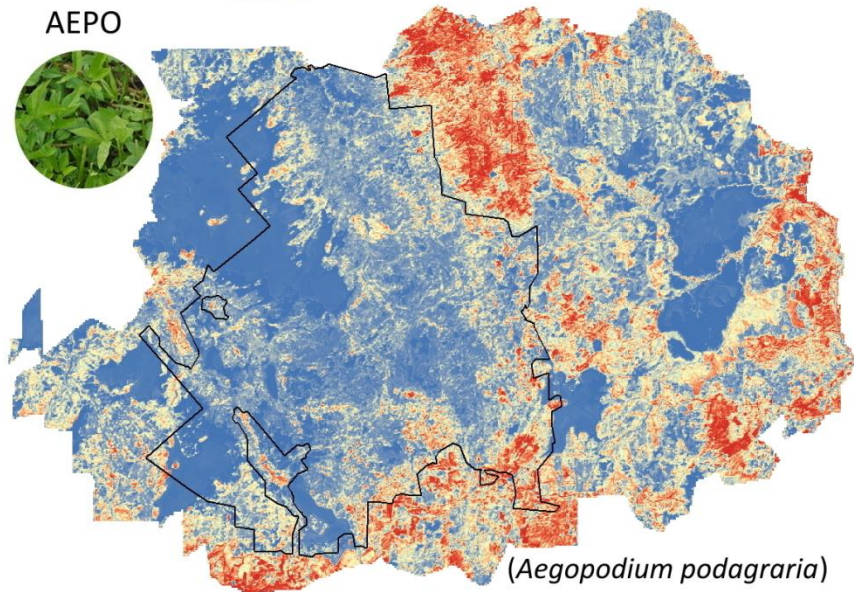
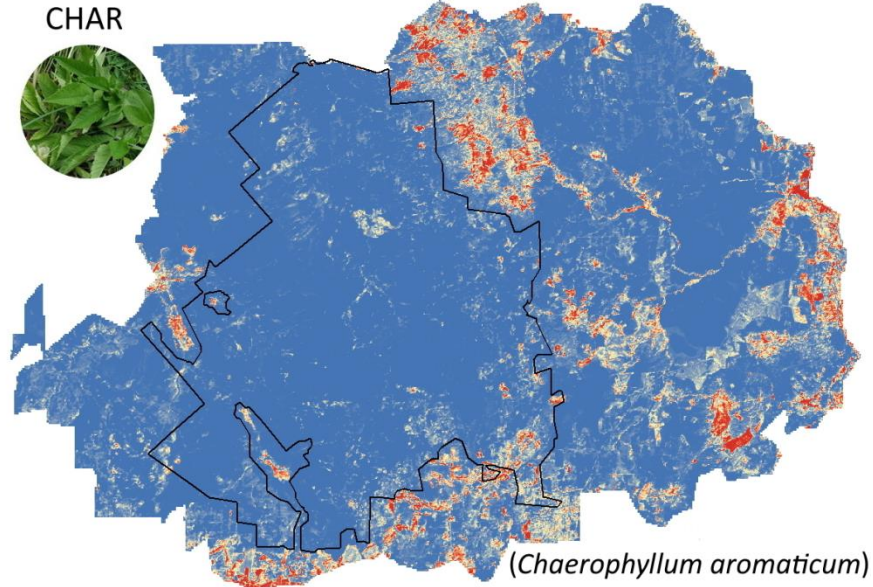
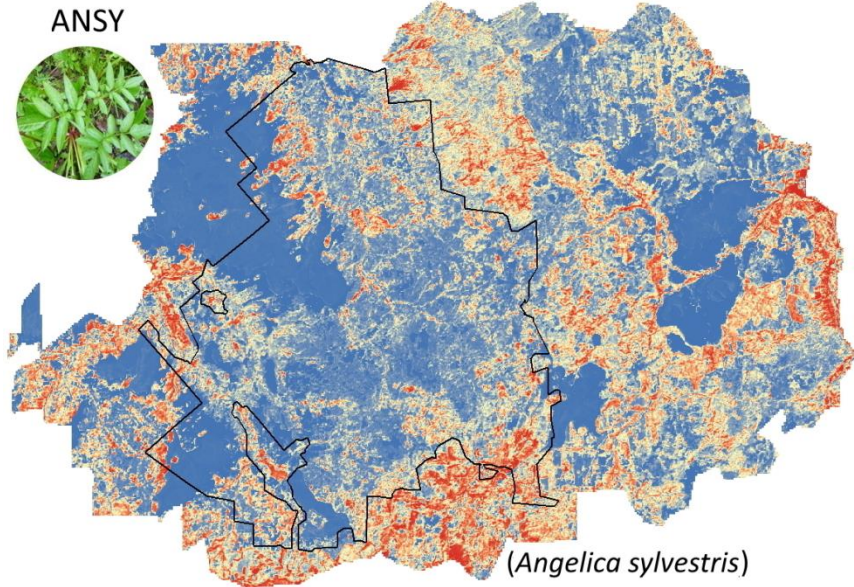
Вклады переменных среды

Предиктор	FORB	ANSY	АЕРО	CHAR
EVI	0,50	0,56	0,60	0,91
NDMI	0,33	0,44	0,39	0,50
Wetness	0,02	0,21	0,46	0,76
Altitude	0,08	0,17	0,49	0,42
Northness	0,22	0,27	0,28	0,01
Eastness	0,27	0,26	0,26	0,35
CTI	0,11	0,12	0,30	0,29
SolRad	0,22	0,24	0,29	0,00
BorSpr	0,22	0,22	0,16	0,32
NemSpr	0,14	0,15	0,11	0,14
SphFor	0,14	0,14	0,11	0,16
DecFor	0,31	0,30	0,36	0,00
YoungFor	0,13	0,16	0,12	0,22
SphMire	0,05	0,05	0,05	0,05
DryMead	0,09	0,11	0,14	0,47

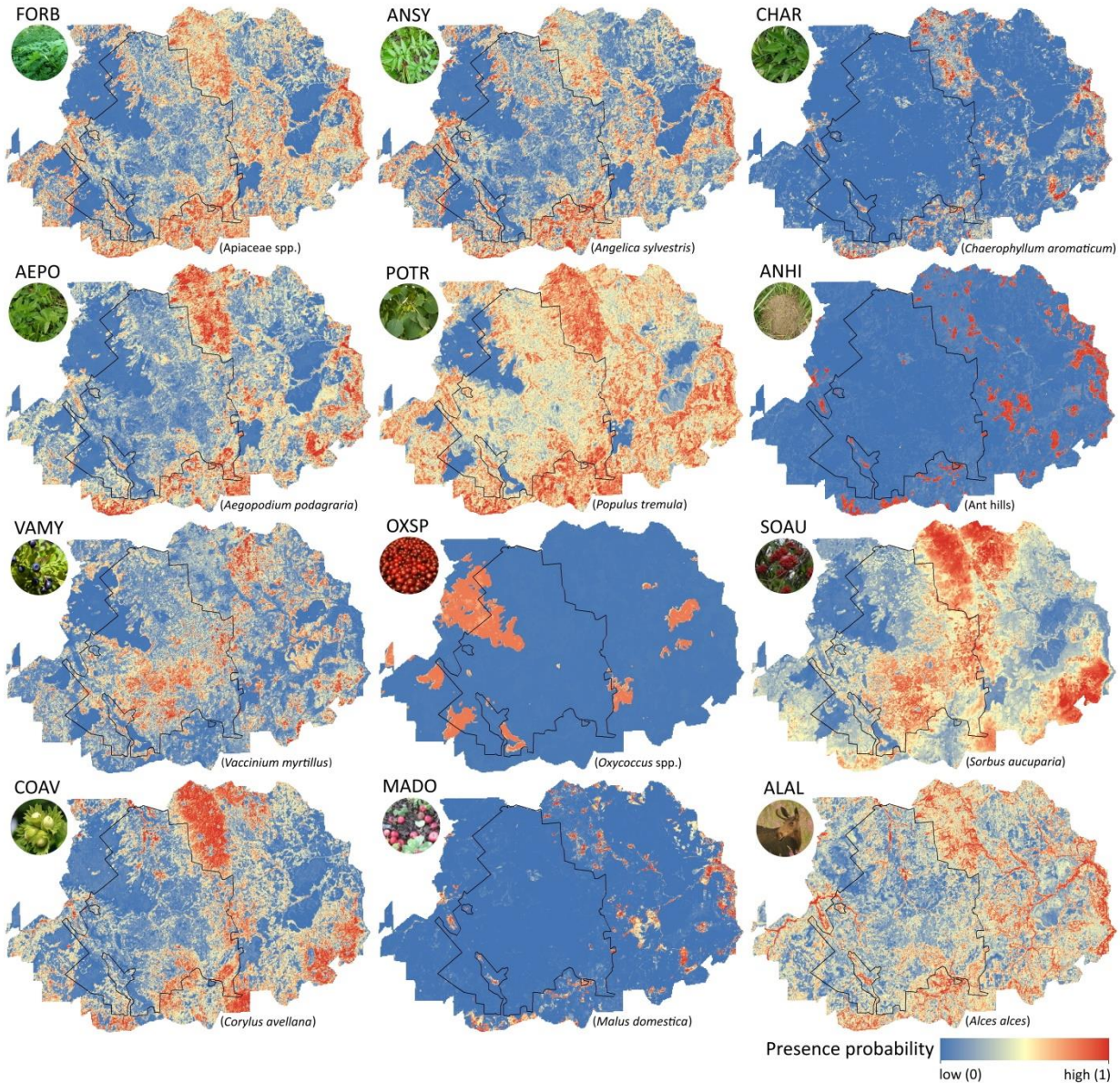
Зависимость от переменных среды



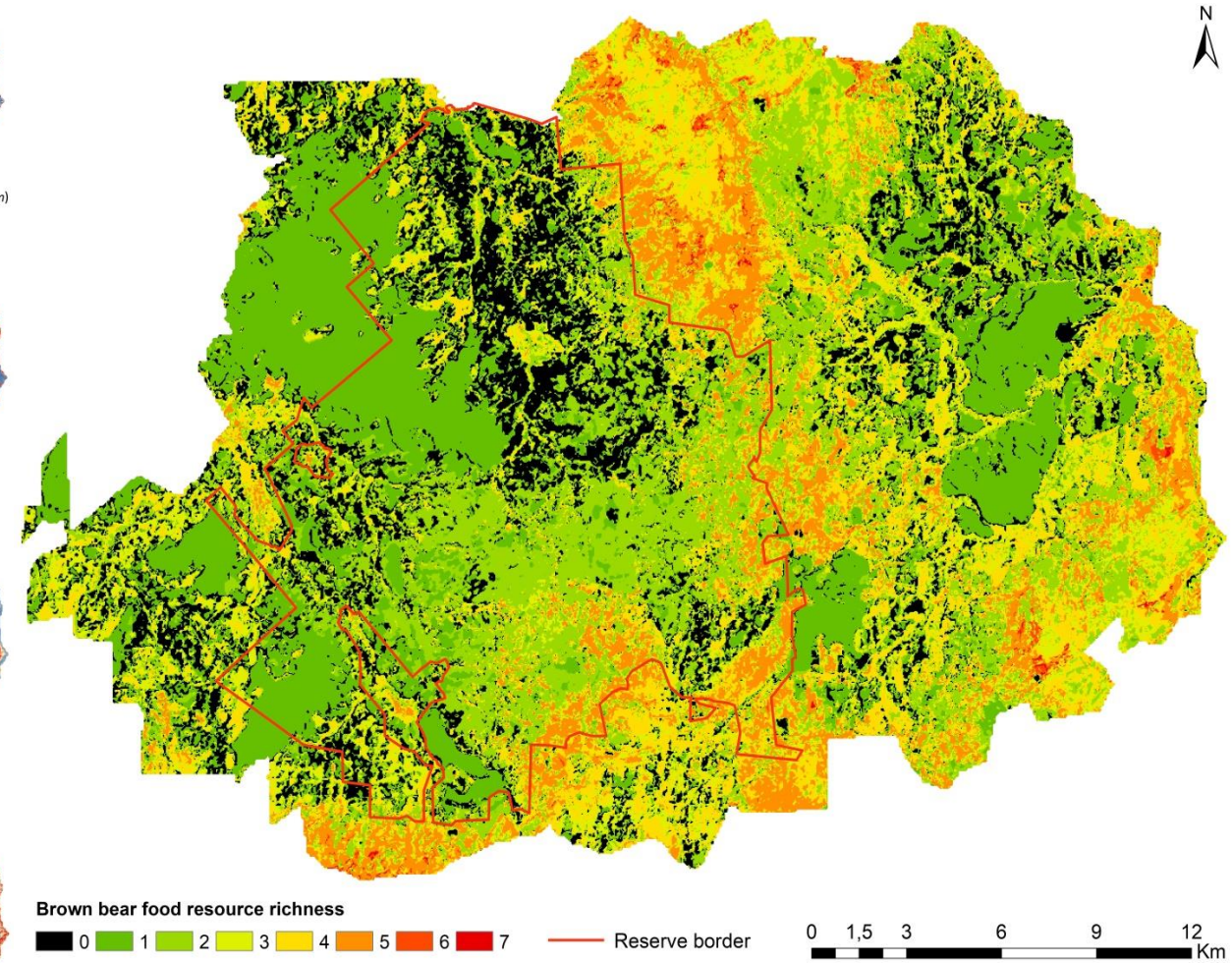
Карты пространственного распределения растений

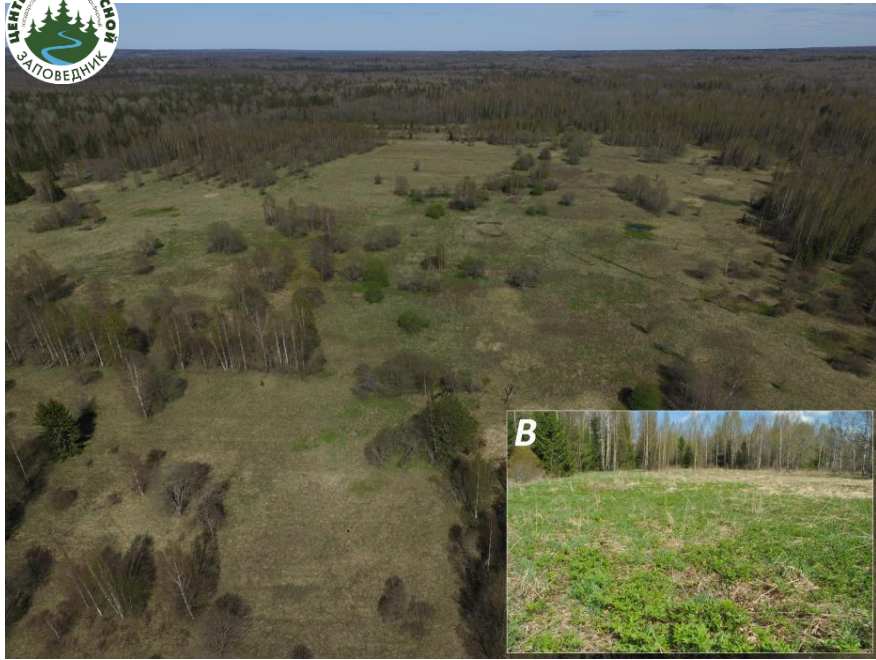


Все карты кормов

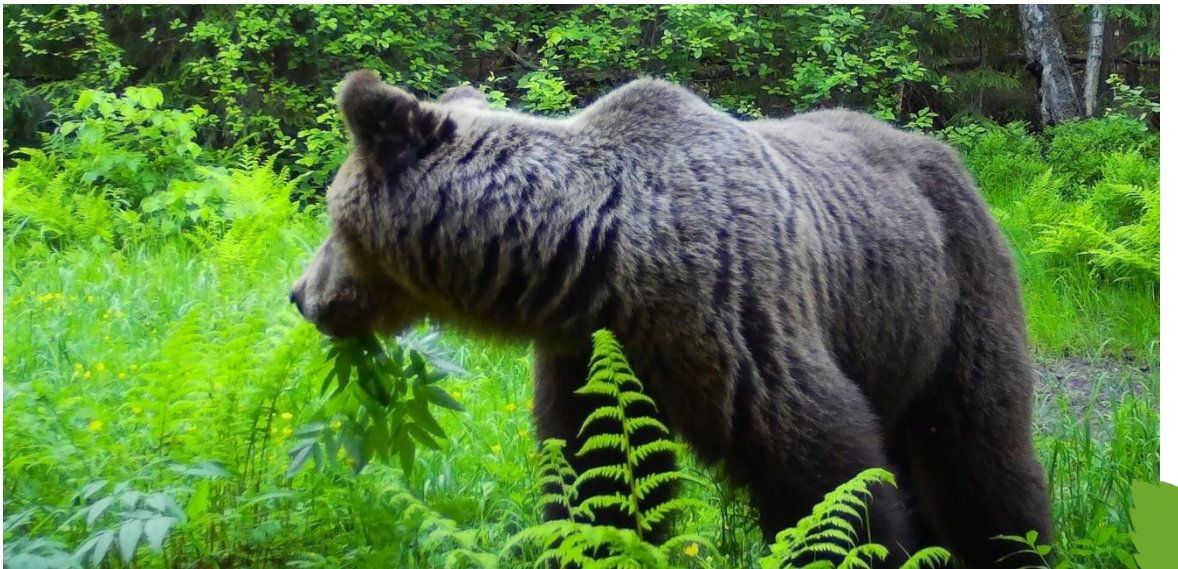
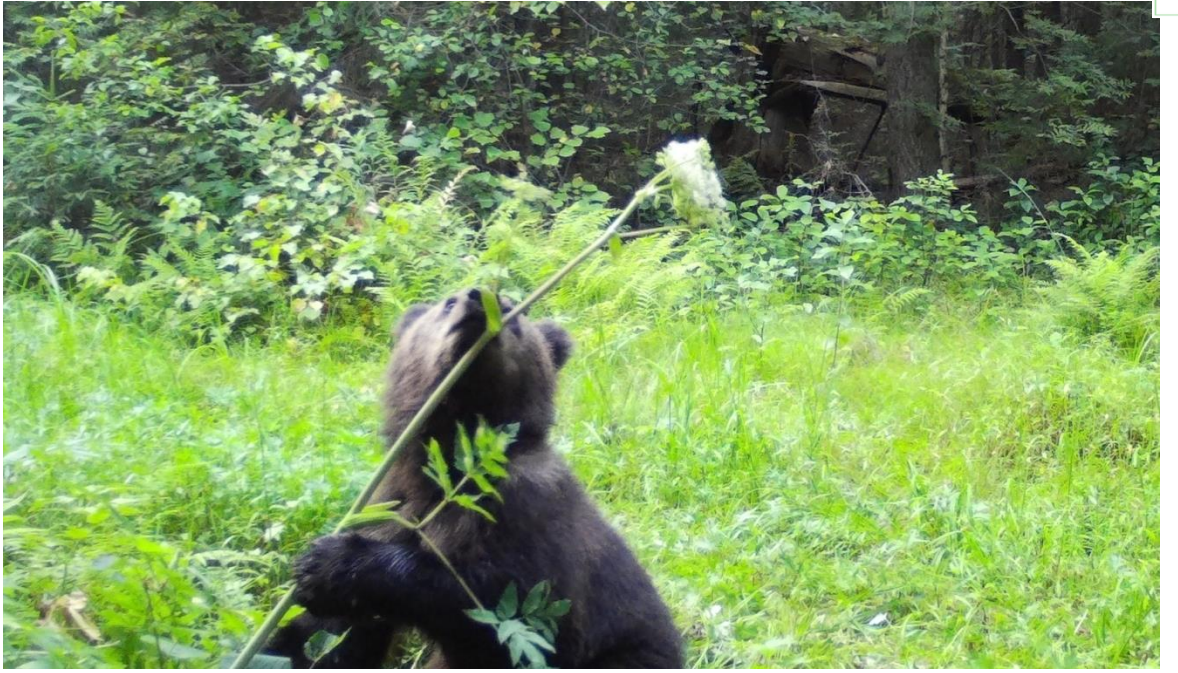


Карта кормового богатства









СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!

