

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

1 курс магистратуры, весенний семестр 2014 г.

Преподаватель:

- Даниил Николаевич Козлов: daniilkozlov@landscape.edu.ru
- кафедра физической географии и ландшафтоведения

Информационная поддержка:

- <http://landscape.edu.ru>
- лекционные и практические материалы, задания, статьи, ссылки на тематические сайты

Занятия:

- среда верхней недели 1-2 пары, 09:00-12:20, ауд. 2017, 2023
- лекции (50%), практические (50%)
- дома

Задания:

- реферат статьи 2012-13 года из каталога ELSEVIER
- тематические задания

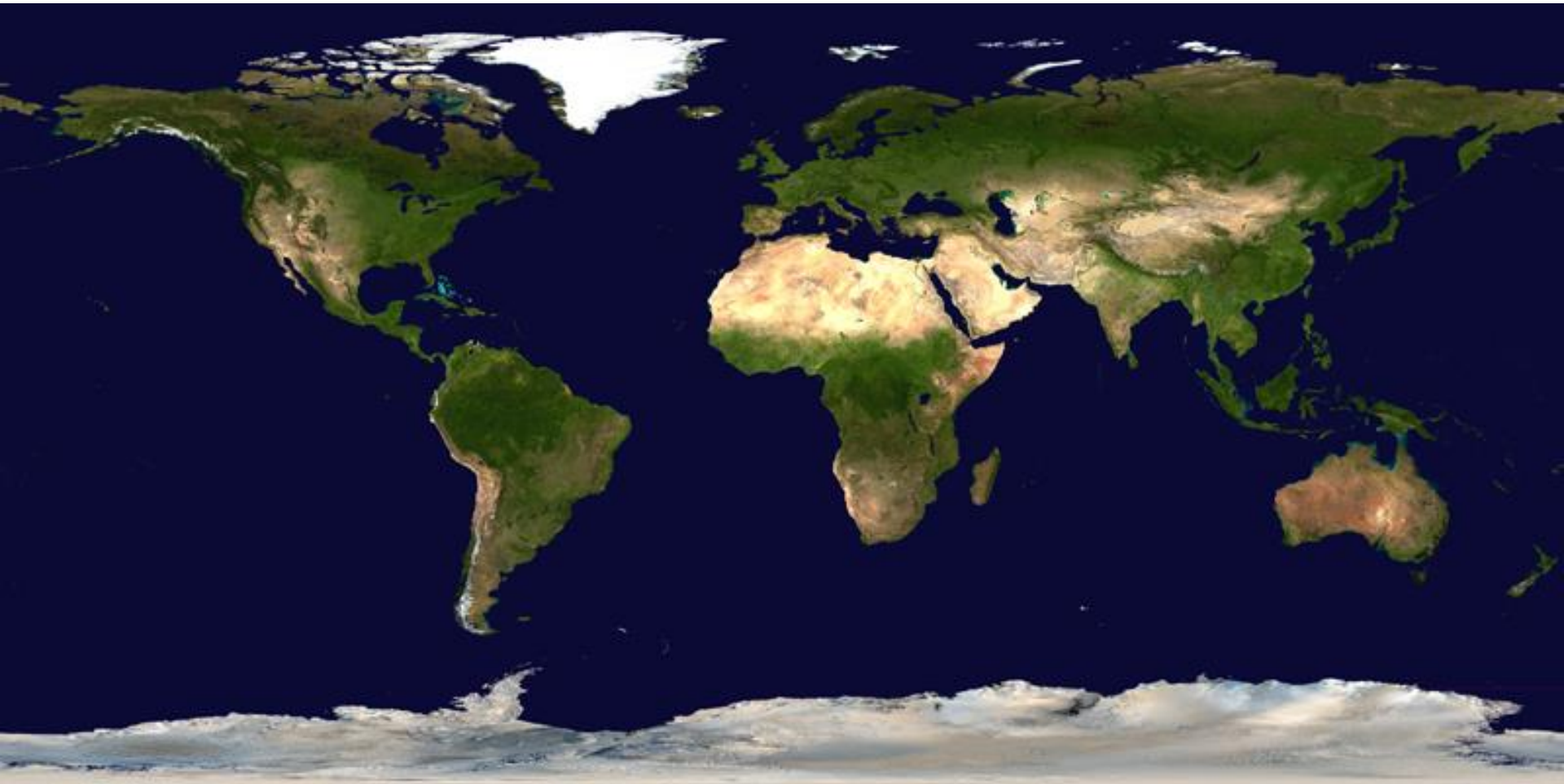
Проверка знаний:

- практические (45%), вопросы экзамена (45%), активная работа (10%)



- | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 12.02 | ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА
Экспертные и формальные модели. | ДЗ |
| 26.02 | Проблемы статистического анализа данных в экологии и природопользовании | ДЗ |
| 12.03 | Проблемы цифрового картографического моделирования: геостатистика и индикационное картографирование | ДЗ |
| 26.03 | Проблемы цифрового картографического моделирования: геостатистика и индикационное картографирование | ДЗ |
| 09.04 | Проблемы моделирования процессов самоорганизации в экологии и природопользовании | ДЗ |
| 23.04 | Семинар по проблемам ПА (доклады по статьям) | |

НЕОДНОРОДНОСТЬ (МОЗАИЧНОСТЬ) ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



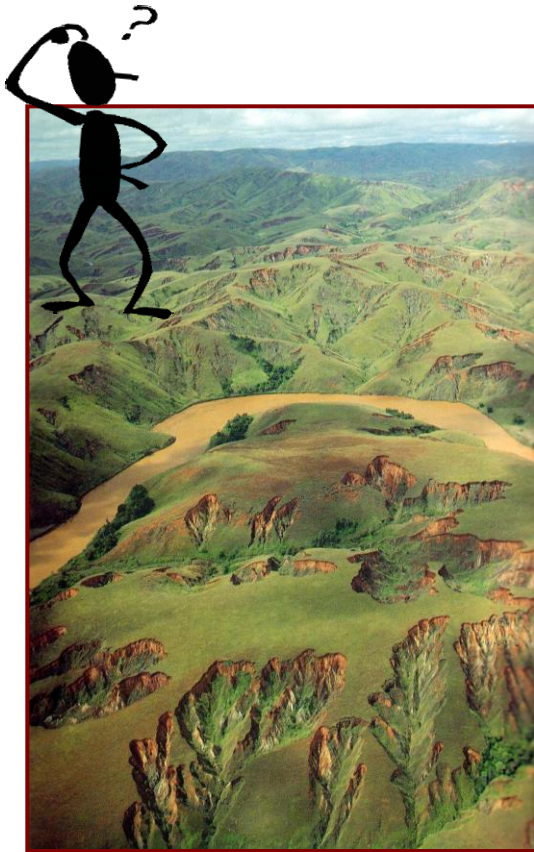
НЕОДНОРОДНОСТЬ (МОЗАИЧНОСТЬ) ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



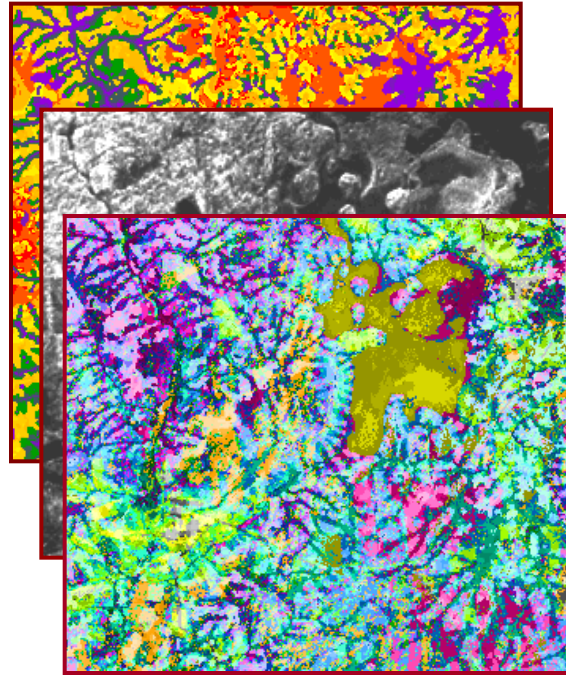
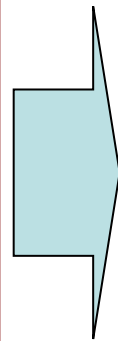
КАРТА – МОДЕЛЬ НЕОДНОРОДНОСТИ (МОЗАИЧНОСТИ)



КАРТЫ - МОДЕЛИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ



ЛАНДШАФТ



**КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ
МОДЕЛИ
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ**

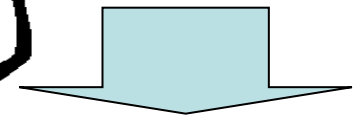


**Правила
изменения
свойств
ландшафта
в
пространстве**

ЧТО?

ГДЕ?

ПОЧЕМУ?



УПРАВЛЯТЬ



ТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

КОМПОНЕНТЫ РАЗВИТИЯ ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ



Рис. 6
Александрия, мая маяк: 44

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ

ПРИРОДНО-РЕСУРСНОЙ
ИНФОРМАЦИИ

1. формирование электронных баз данных первичных полевых опробований;
2. оцифровка, векторизация существующих тематических карт;
3. уточнение границ, топологическое согласование контуров;
4. поддержка различного рода оценок ресурсов;
5. адаптация и внедрение геоинформационных технологий в традиционный процесс тематического картографирования;
6. визуализация и тиражирование пространственной информации.

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ

**производство
тематических карт с
использованием
цифровых
технологий на всех
этапах
исследования**

**формализация
экспертных
методов
картографического
моделирования**

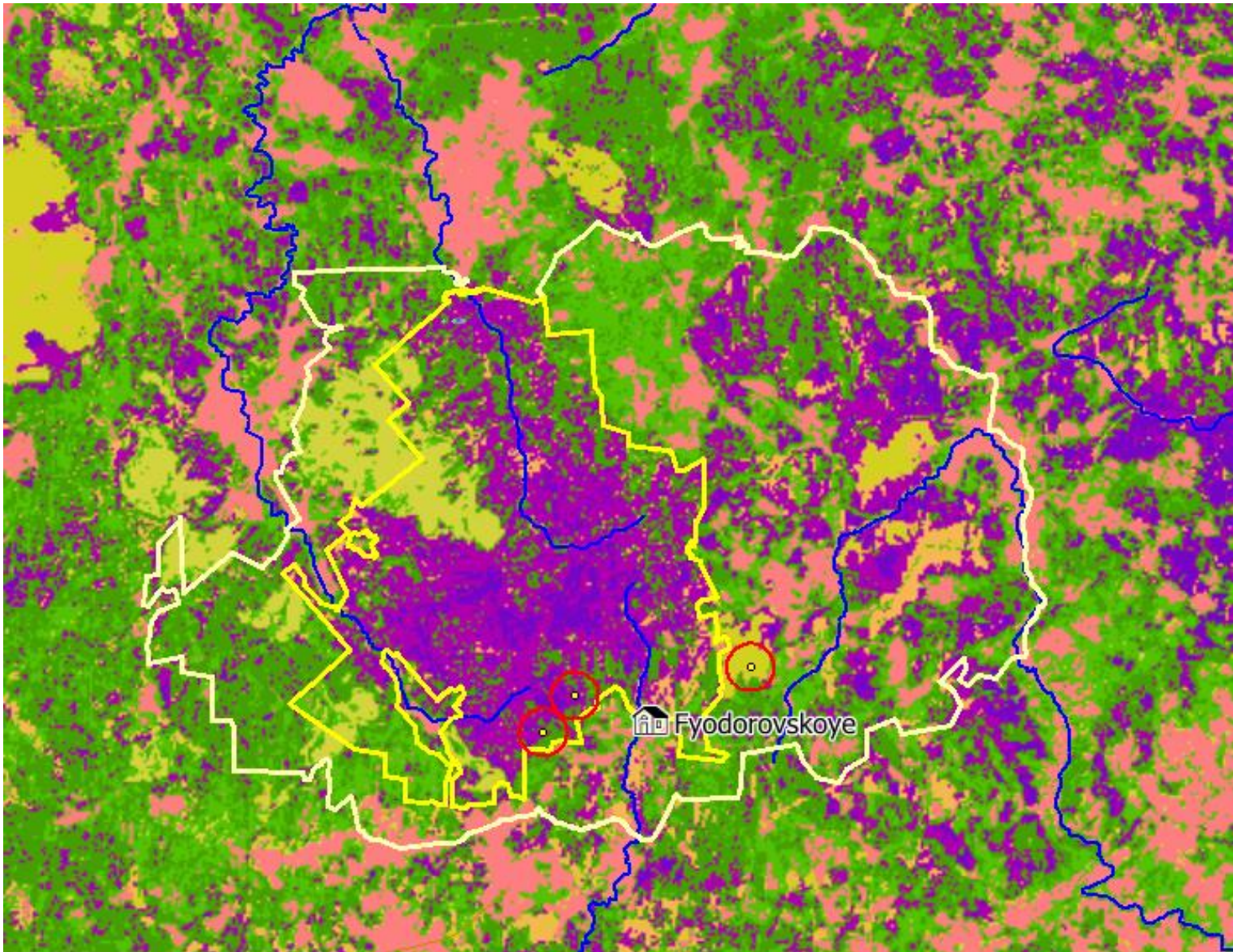
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ








совершенствование средств многозональной съемки и ее приложения для оценки природных ресурсов


- информативность разных средств измерения радиометрической информации;
- селективность электромагнитного спектра при оценке различных свойств ландшафтного покрова, структуры хозяйственной деятельности;
- методы тематической интерпретации аэрокосмической информации.

- **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АРЕАЛОВ ПОПУЛЯЦИЙ, ЭКОСИСТЕМ, ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОСФЕРЫ**
- **ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ С ОЦЕНКОЙ ИХ КАЧЕСТВА**
- **ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЕГО МОНИТОРИНГ**
- **ПЛАНИРОВАНИЕ СЕТИ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЭКОСИСТЕМ**
- **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ БИОГЕОЦЕНОЗОВ И БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПОКРОВА**

ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ЗАПОВЕДНИК: растительный покров



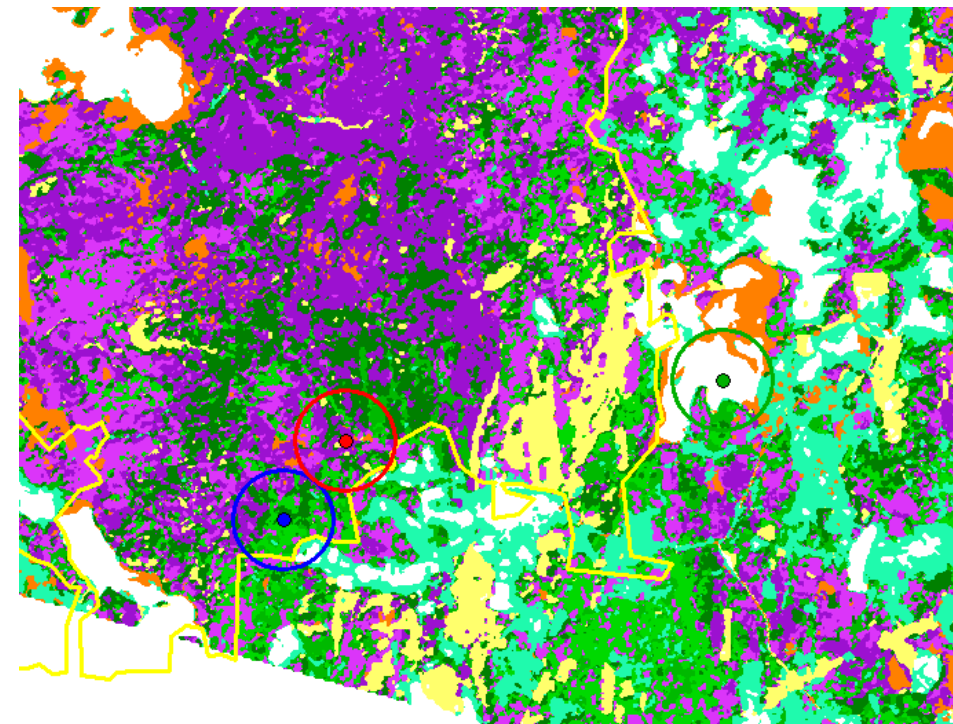
-  1
-  2
-  3
-  4
-  5
-  6
-  7

 - ВЫШКИ FLUXNET (1 км)



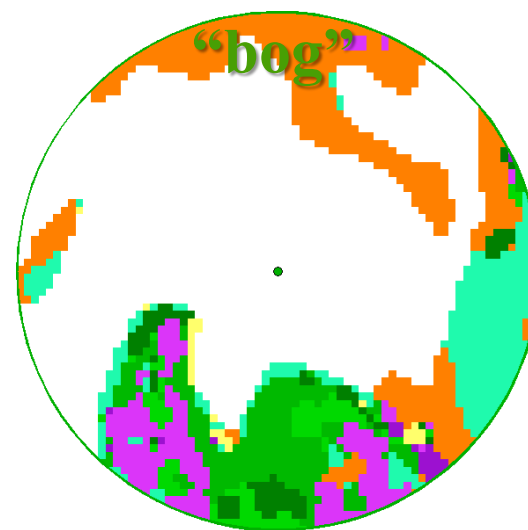
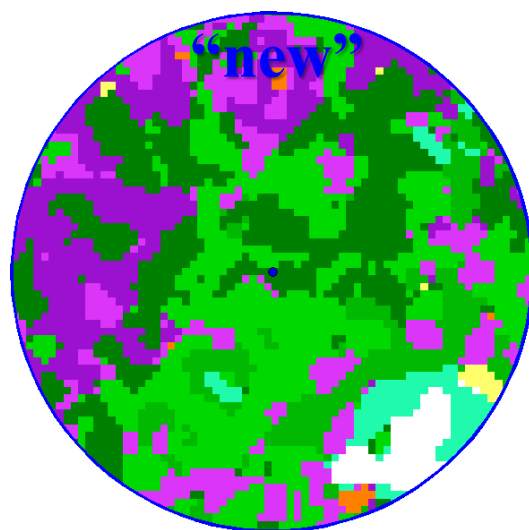
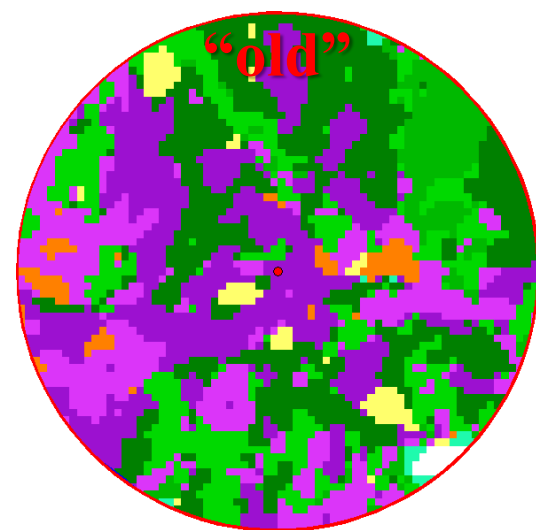
ЛЕСА: 1 – заболоченные еловые; 2 – еловые; 3 – смешанные; 4 – мелколиственные; 5 – верховые болота; 6 – ветровалы; 7 – с/х поля

ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ЗАПОВЕДНИК: тип древостоя

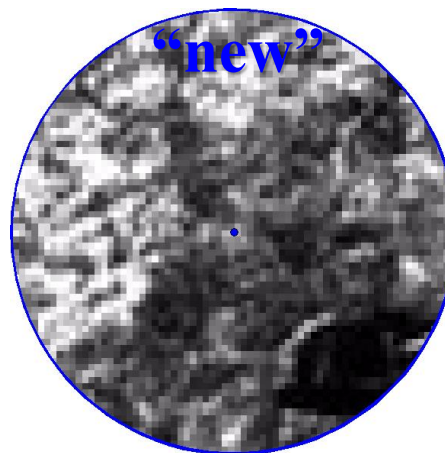
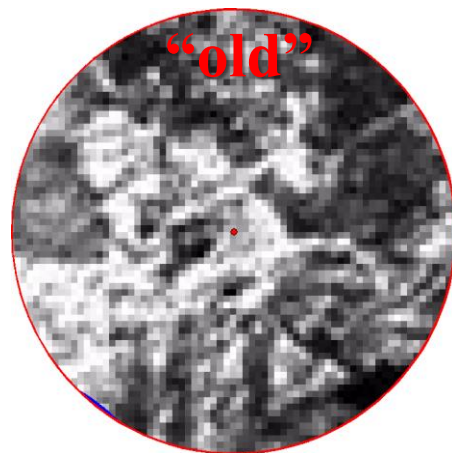
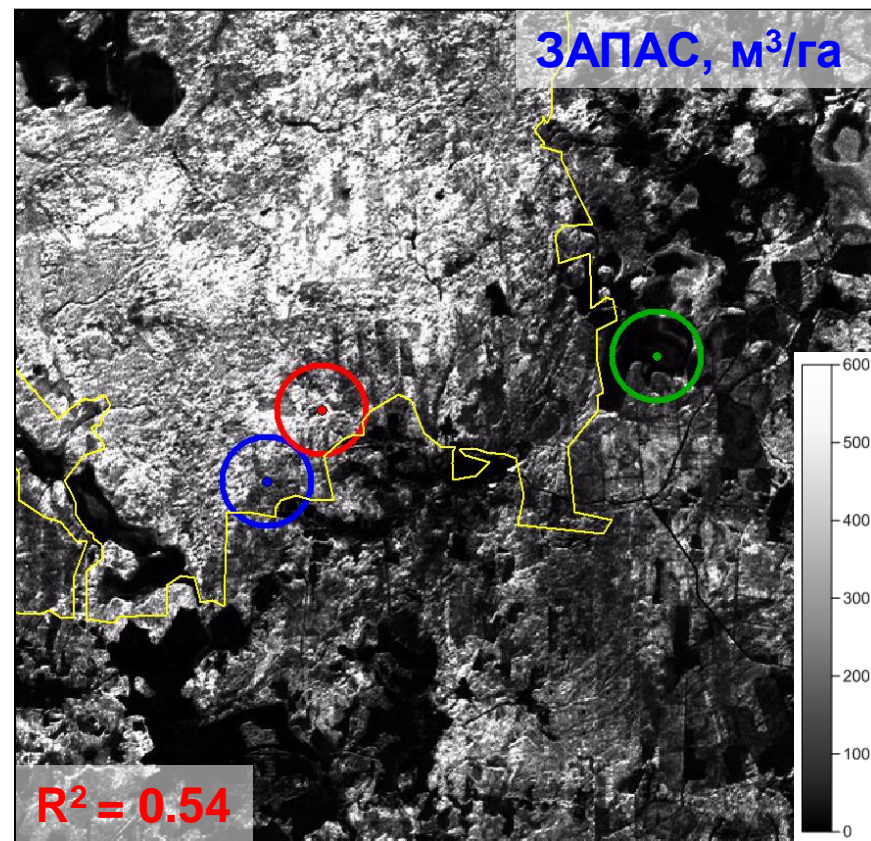
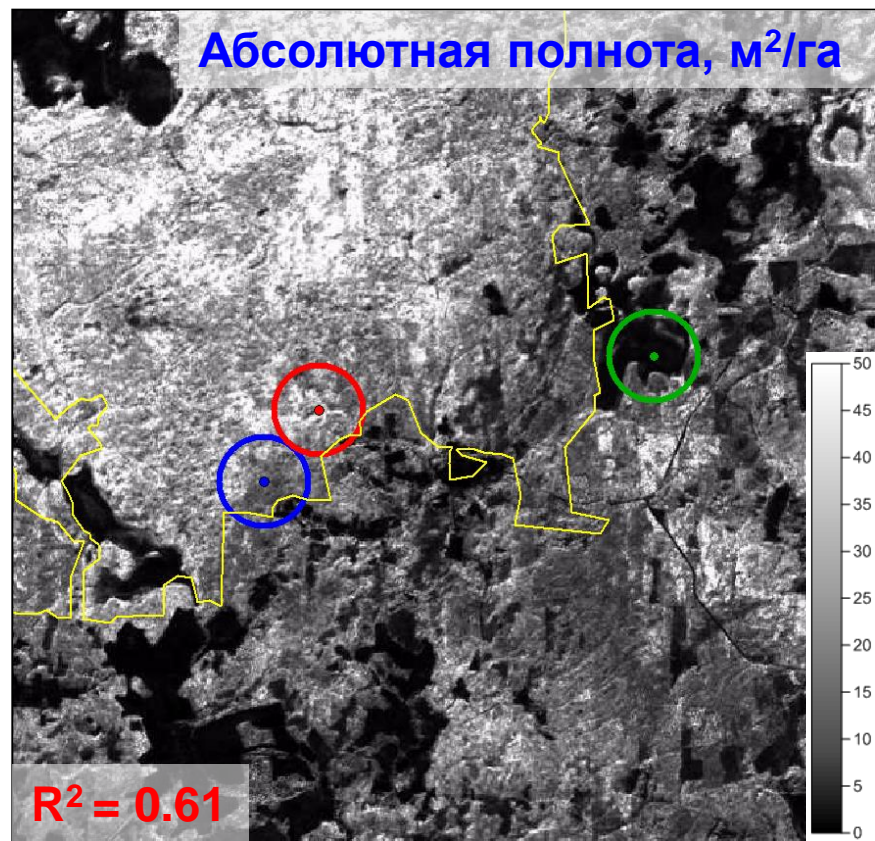


№	STAND type	BA, m ² /ha	Points	Accuracy, %
1	Сосновый	27.5	52	51.9
6	Еловый	20.9	242	27.7
5	Березово-еловый	28.7	233	41.2
8	Смешанный	21.9	255	47.8
7	Мелколиственный	28.1	237	23.6
4	Березовый	20.9	140	10.7
3	Сероольховый	18.4	65	41.5
2	Ветровалы	9.0	240	61.7
9	Безлесные	0.2	186	79.6

Точность - 43 %

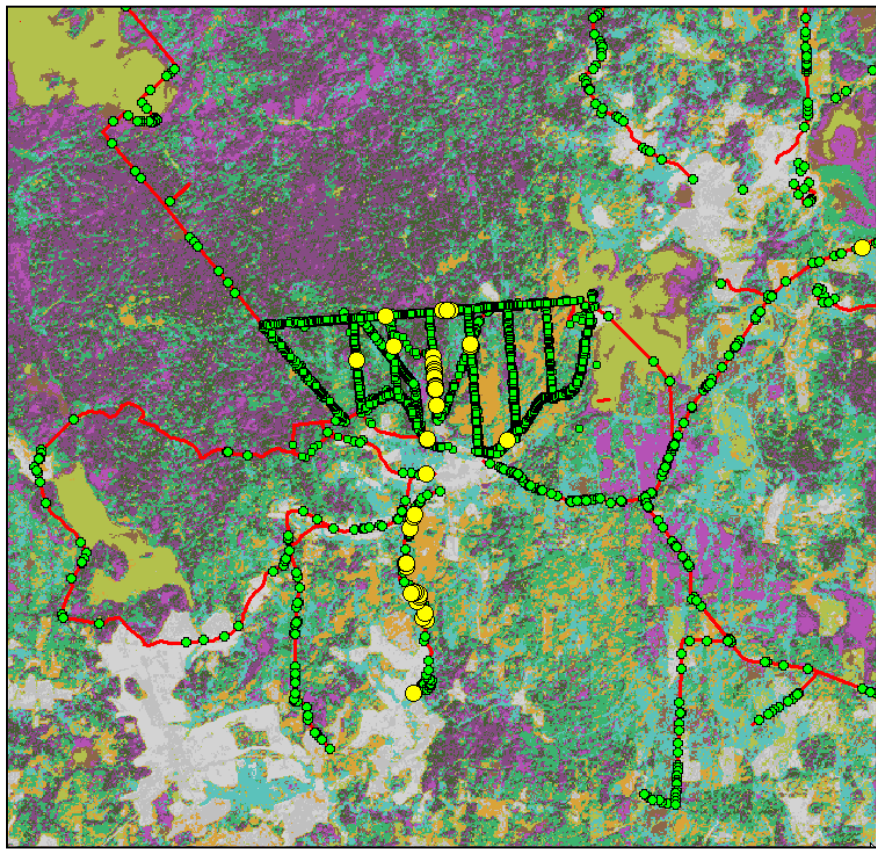


ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ЗАПОВЕДНИК: состояние популяции ели

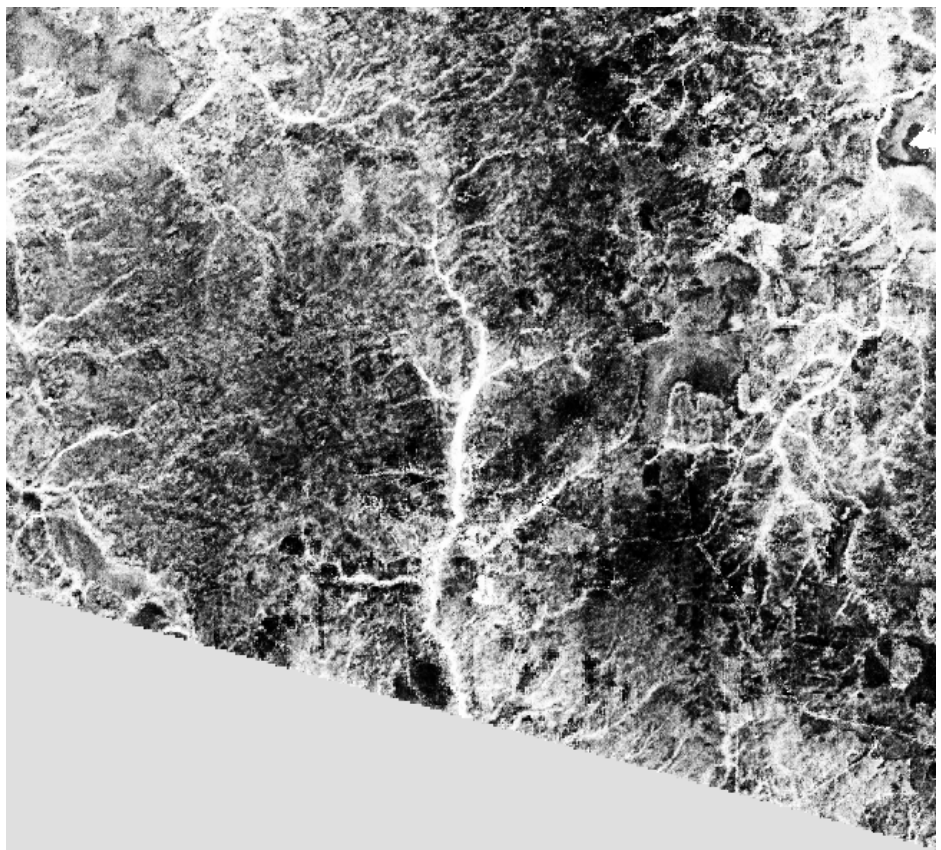


КАЧЕСТВО МЕСТООБИТАНИЙ

Европейская НОРКА
(*Mustela lutreola novikovī*)



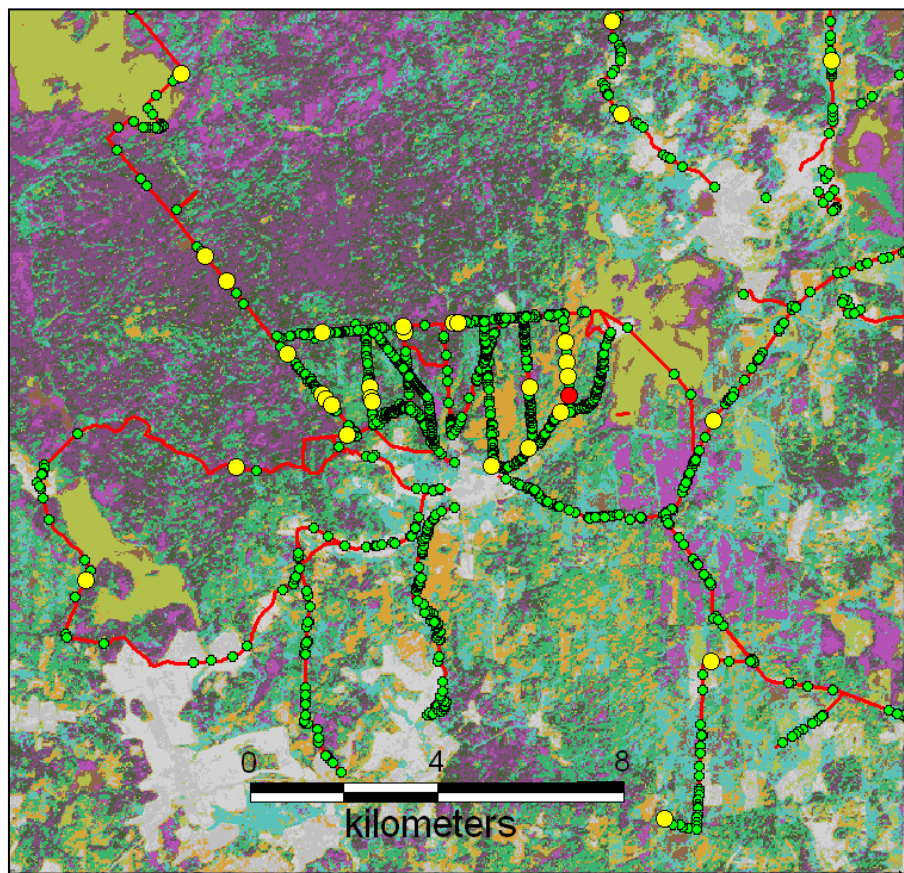
Встречи норки или ее следов



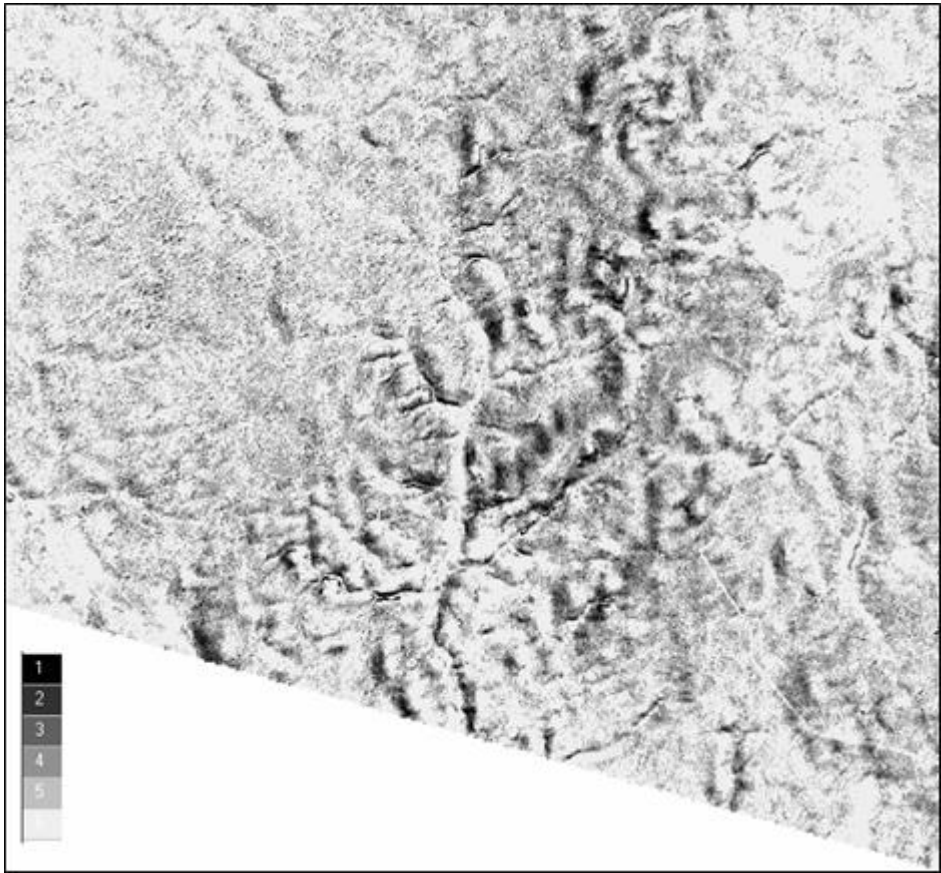
худшее ————— наилучшее

КАЧЕСТВО МЕСТООБИТАНИЙ

**РЯБЧИК (*Tetrastes bonasia*)
(летние учеты)**



Встречи норки или ее следов

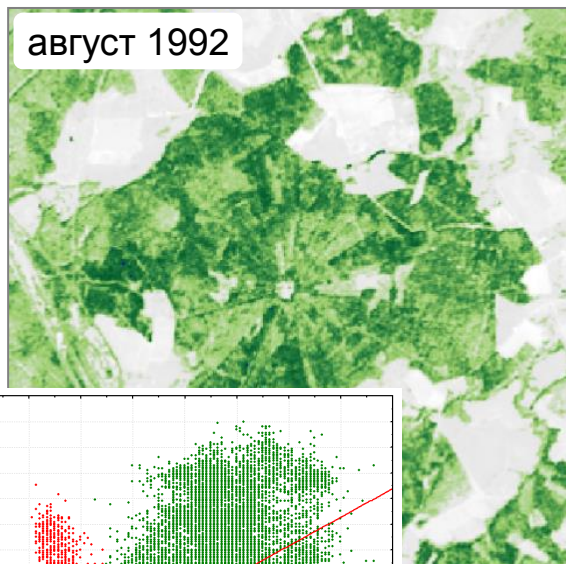


худшее наилучшее

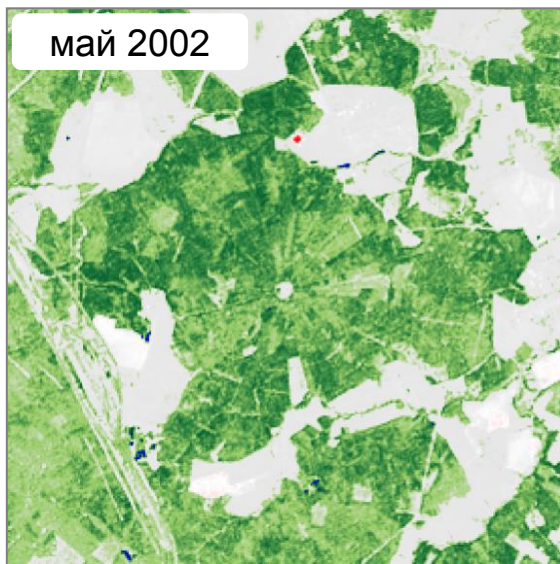
ИНДИКАТОРЫ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ

ИНТЕНСИВНОСТЬ РУБОК

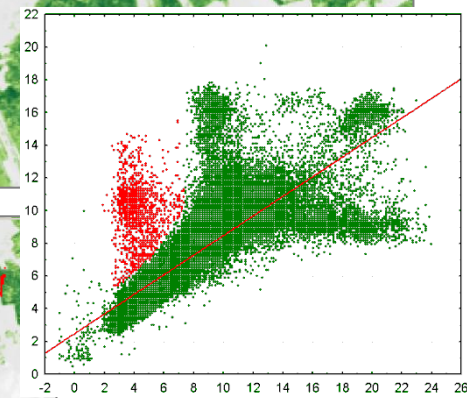
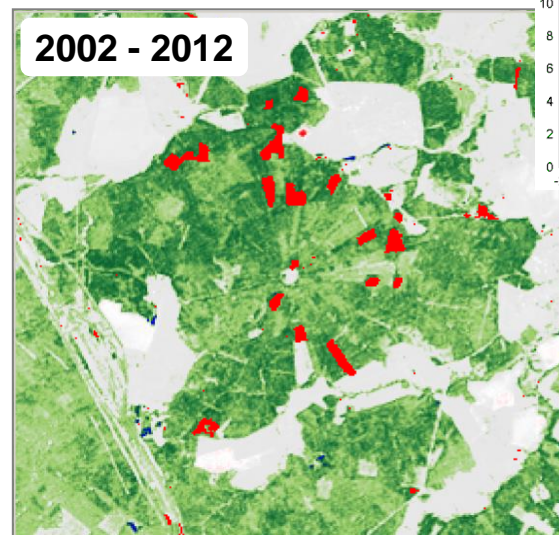
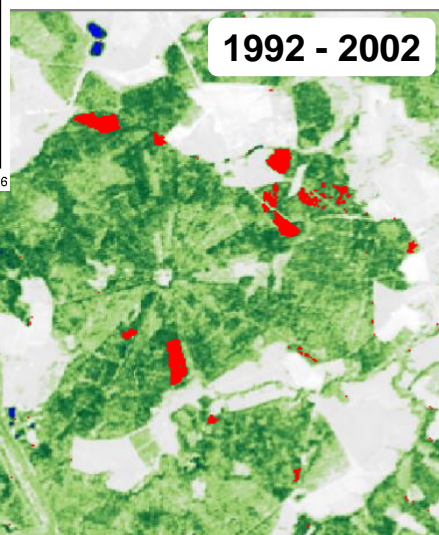
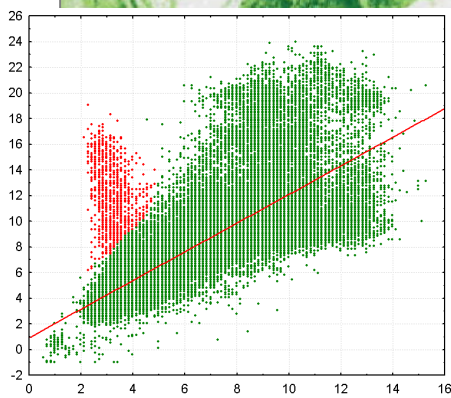
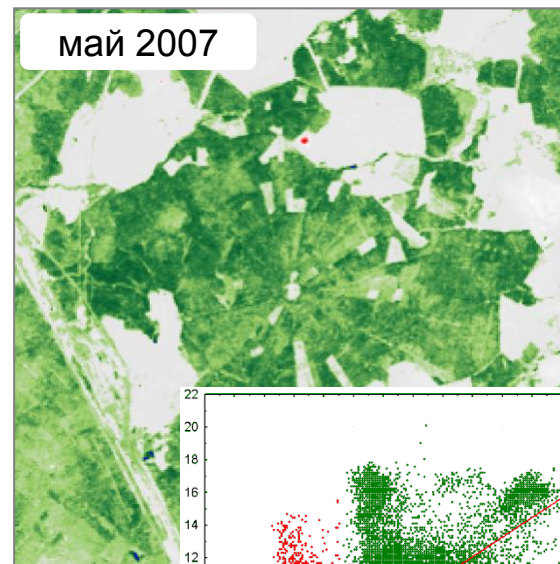
август 1992



май 2002



май 2007



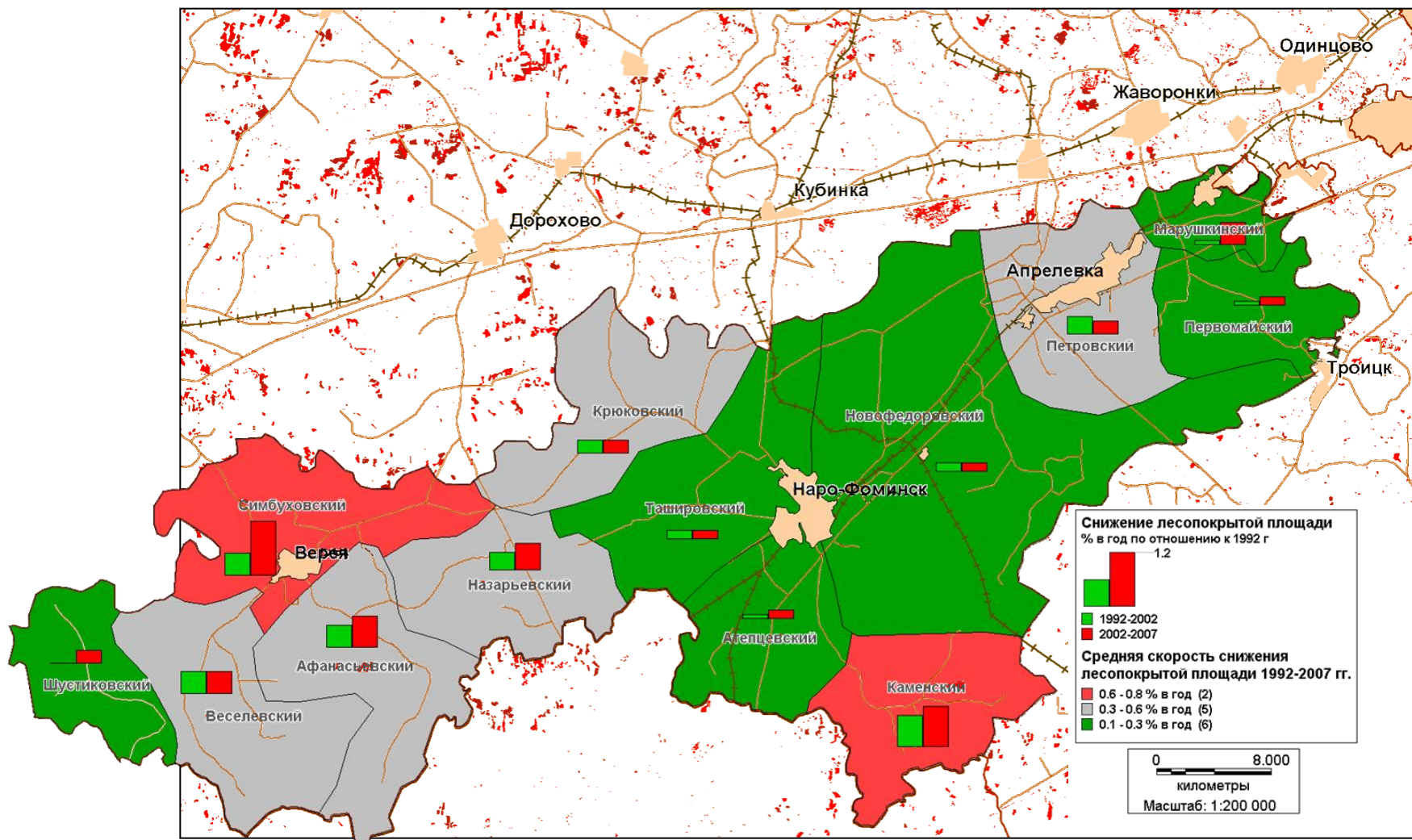
**ПЛОЩАДЬ
ВЫРУБОК
132 ГА**

**ПЛОЩАДЬ
ВЫРУБОК
93 ГА**

ИЗМЕНЕНИЯ АЛЬБЕДО ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ 1992-2002-2007 гг.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РУБОК

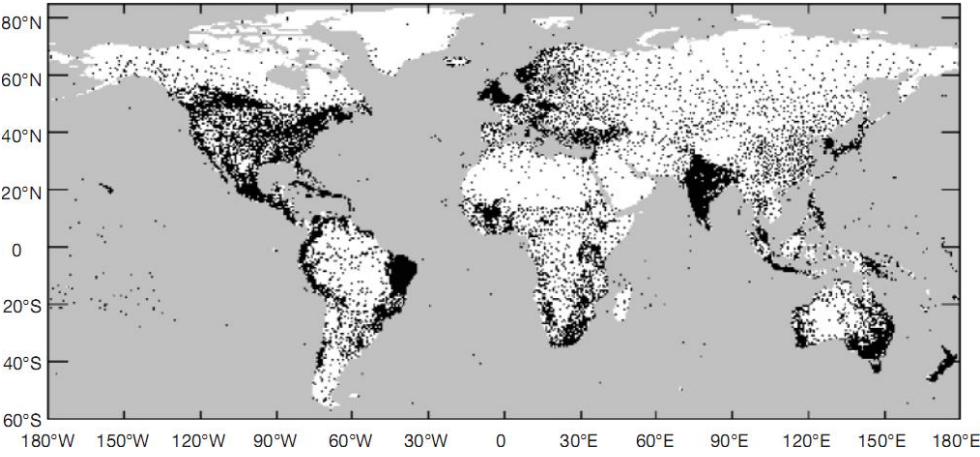
ИЗМЕНЕНИЯ АЛЬБЕДО ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ 1992-2002-2007 гг.



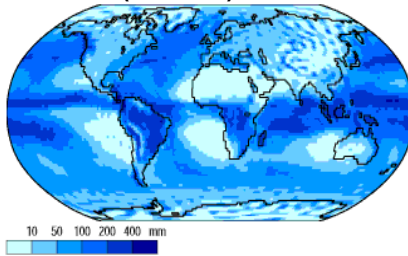
1992-2002 гг. - 10240 га, 2002-2007 гг. - 6360 га

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ КЛИМАТА

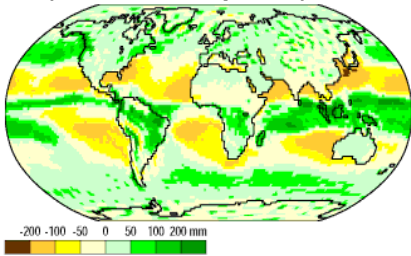
По данным от 4792 до 27075 метеостанций



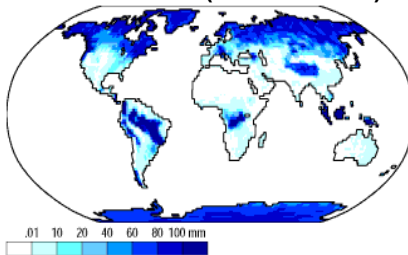
Precipitation (Осадки)



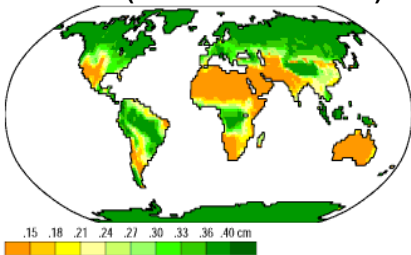
P-E (Осадки-испарение)



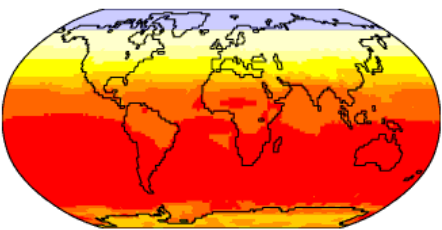
Run Off/Water Surplus (Речной сток)



Soil Moisture (Влажность почвы)

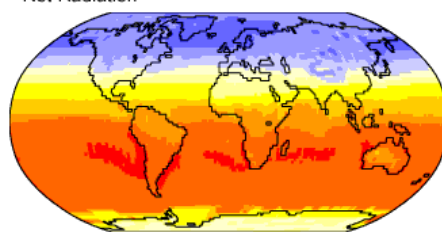


Short-Wave Radiation

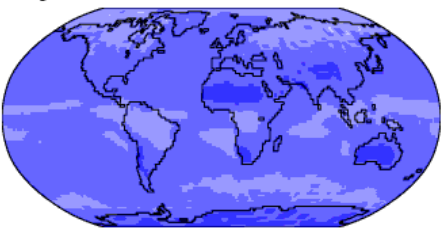


Dec

Net Radiation



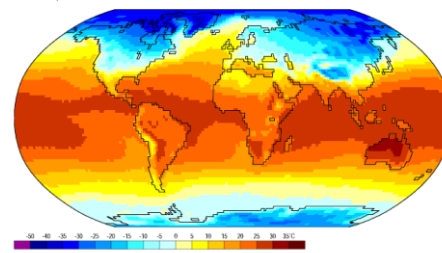
Long-Wave Radiation



-100 -50 -25 0 25 50 100 125 150 200 W/m²

Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Air Temperature



Dec

Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

Protecting nature. Preserving life.

ClimateWizard

UNIVERSITY OF WASHINGTON
THE UNIVERSITY OF SOUTHERN MISSISSIPPI

About Us
FAQs
Contact Us

Analysis Area

United States Global

Global

Time Period

Past 50 Years
 Mid Century (2050s)
 End Century (2080s)

Map Options

Map of Average
 Map of Change
 Statistical Confidence

[Compare & Animate Models](#)

Future Climate Model

IPCC Fourth Assessment
Emission Scenario: High

General Circulation Model
Ensemble Average

Click Graph To Enlarge

This map shows the average temperature. Areas that are hotter are darker red, and areas that are colder are in darker blue.

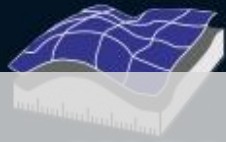
Average Annual Temperature 1951 - 2002

Change Transparency

Factoids
 Topo
 World

Legend: 25 C, 20, 15, 10, 5, 0

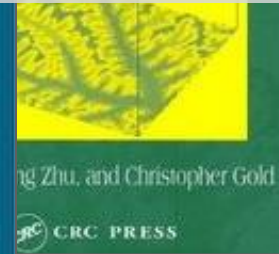
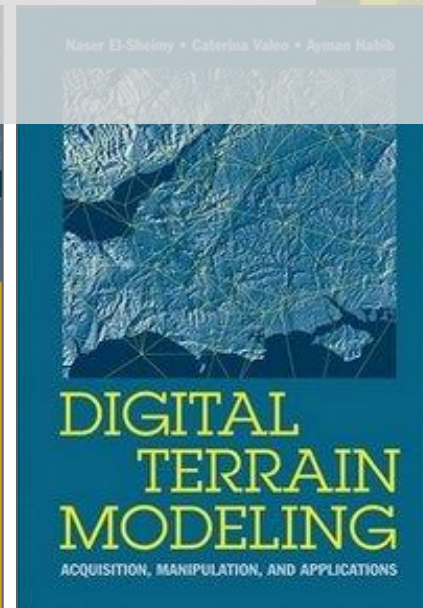
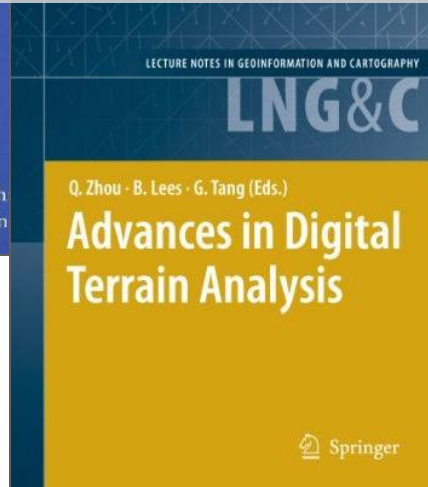
ESRI | Lat: 77.75° Lon: -56.95° | Map data Copyright © 2009 DeLorme



geomorphometry.org

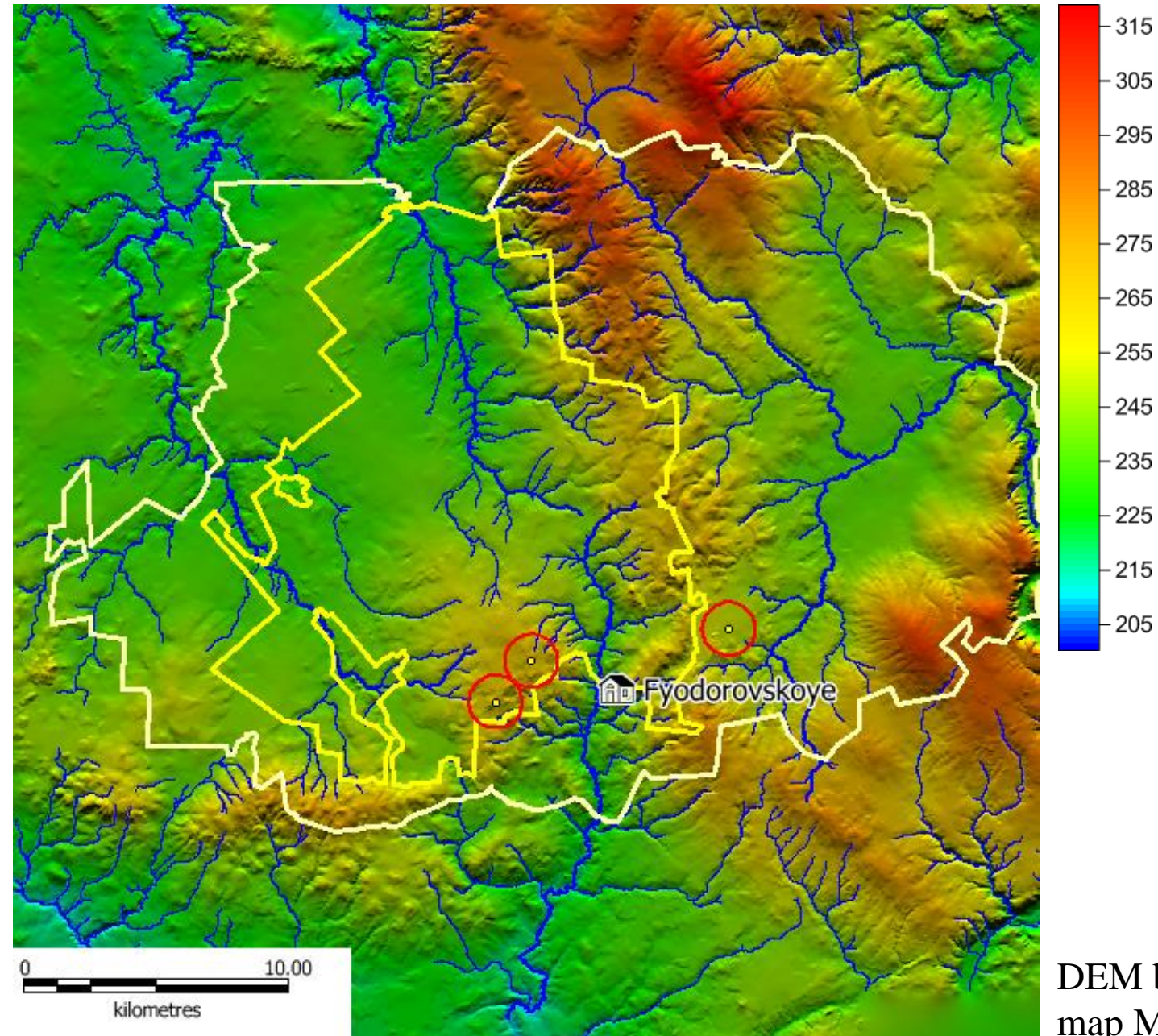
"The science of digital terrain analysis"

- **ХАРАКТЕРНЫЕ РАЗМЕРЫ МАСШТАБНЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (МИКРО-, МЕЗО- МАКРОРЕЛЬЕФ)**
- **ЧИСЛО ФАКТОРОВ МОРФО-ЛИТОГЕНЕЗА**
- **ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ РЕЛЬЕФА**
- **ФОРМЫ РЕЛЬЕФА**
- **ТИПЫ РЕЛЬЕФА**



ization of
Terrain and
ape Data

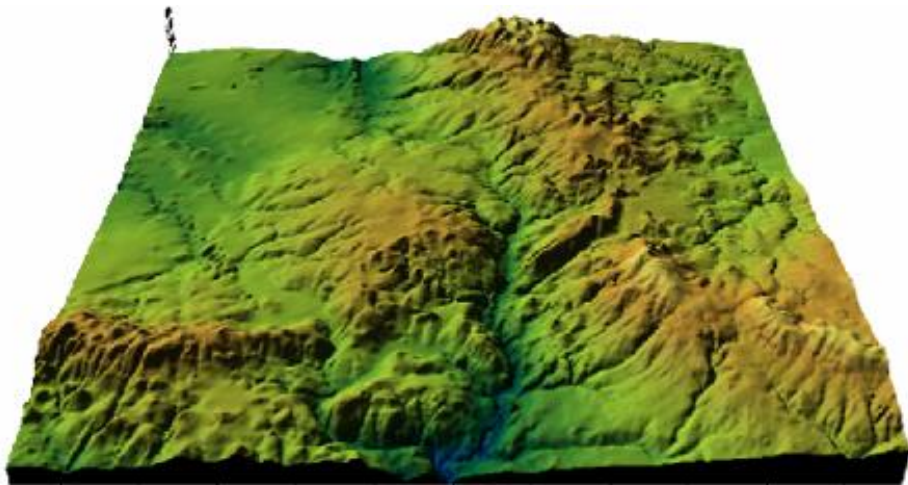
CFR: Digital Elevation Model



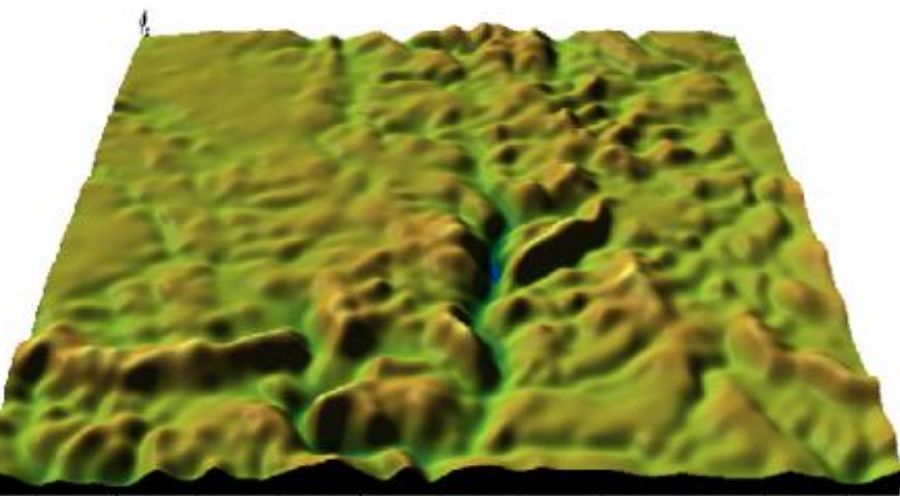
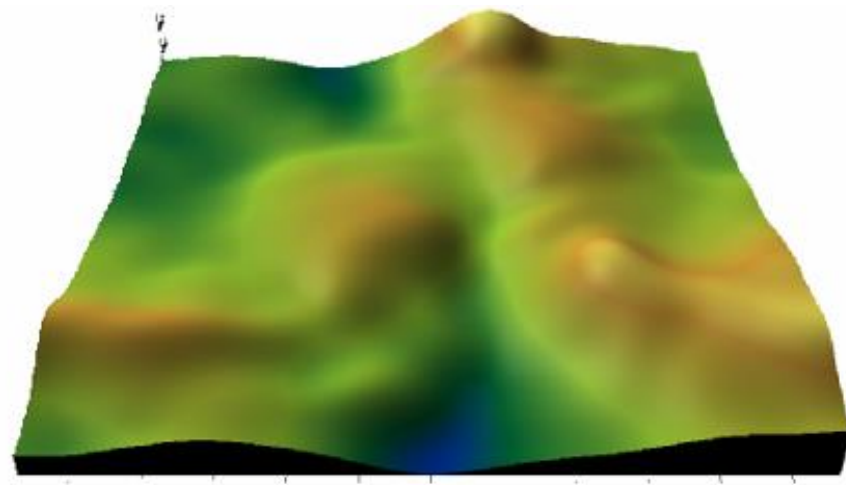
DEM based on topographical map M 1:10 000 (80 lists)

РЕЛЬЕФ - фактор разномасштабного перераспределения тепла и влаги

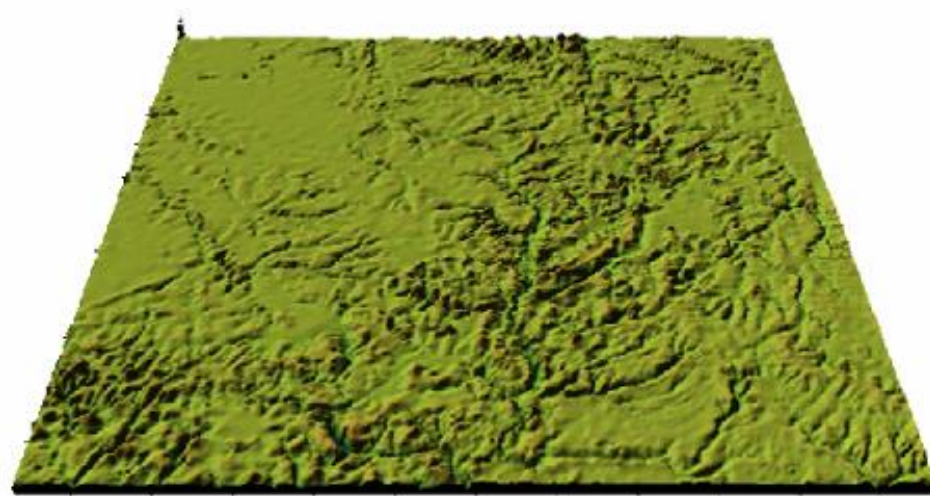
Исходная поверхность рельефа



РЕЛЬЕФ 1 порядка (>1300 м)



РЕЛЬЕФ 2-ого порядка (300-1300 м)

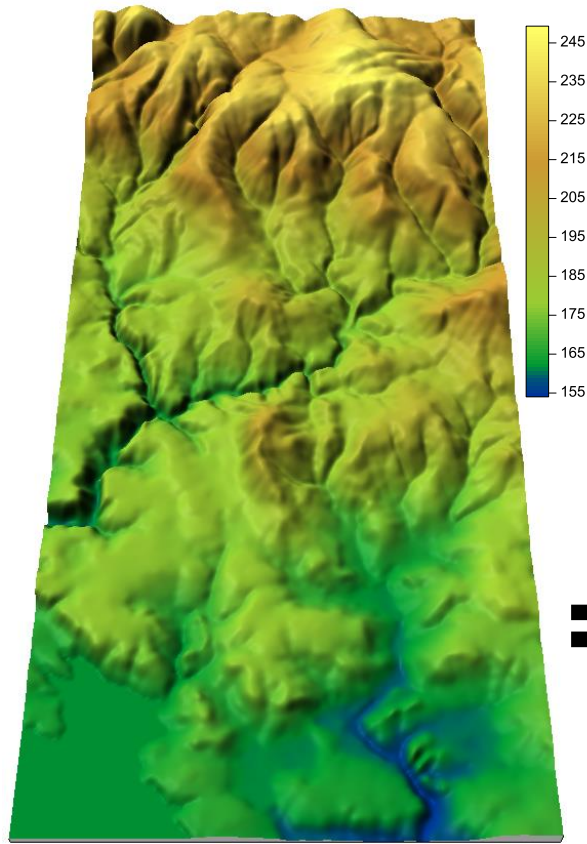


РЕЛЬЕФ 3-ого порядка (<300 м)

РЕЛЬЕФ как фактор разномасштабного перераспределения тепла и влаги

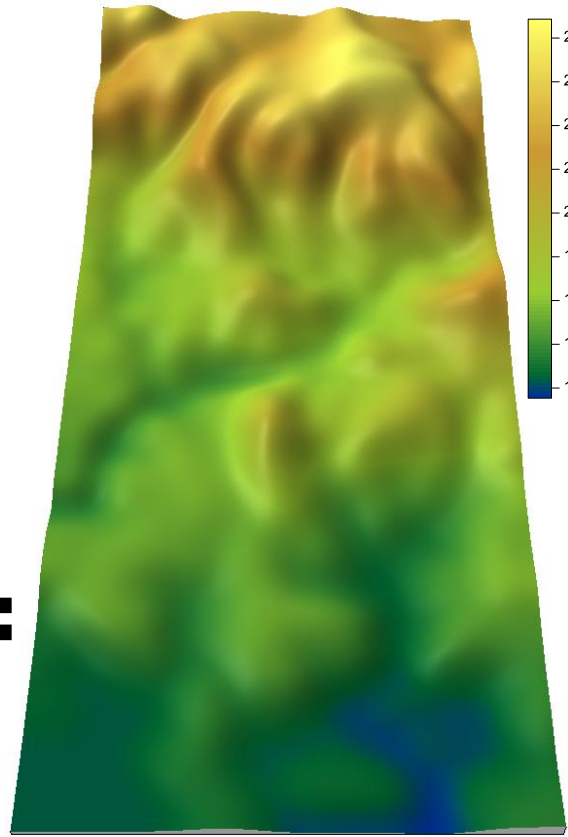
прямое и обратное преобразование Фурье в заданном диапазоне длин волн

СОВРЕМЕННЫЙ

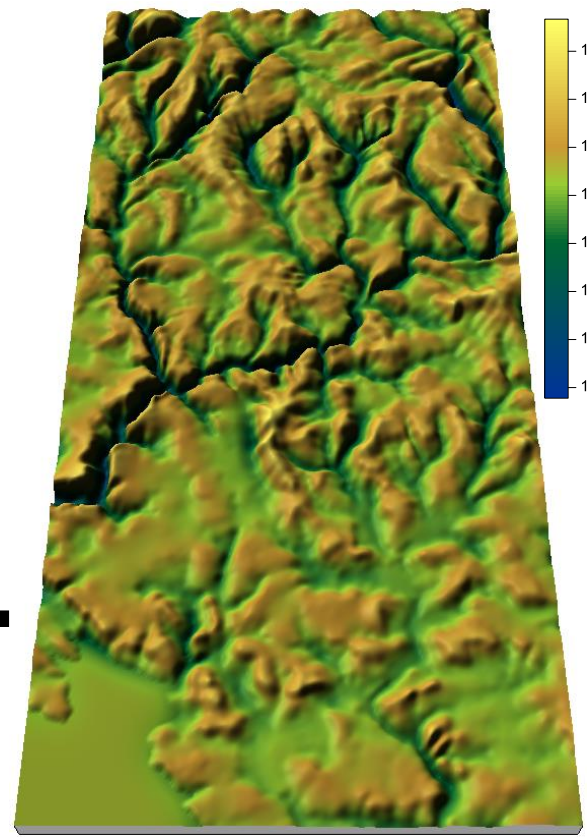


$\Delta Z=95$ м : 154-249 м
ст. откл. = 23.1 м

ГЛЯЦИАЛЬНЫЙ > 510 м > ЭРОЗИОННЫЙ

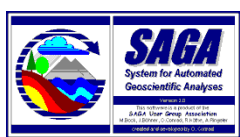


$\Delta Z=87$ м : 157-244 м
ст. откл. = 22.7



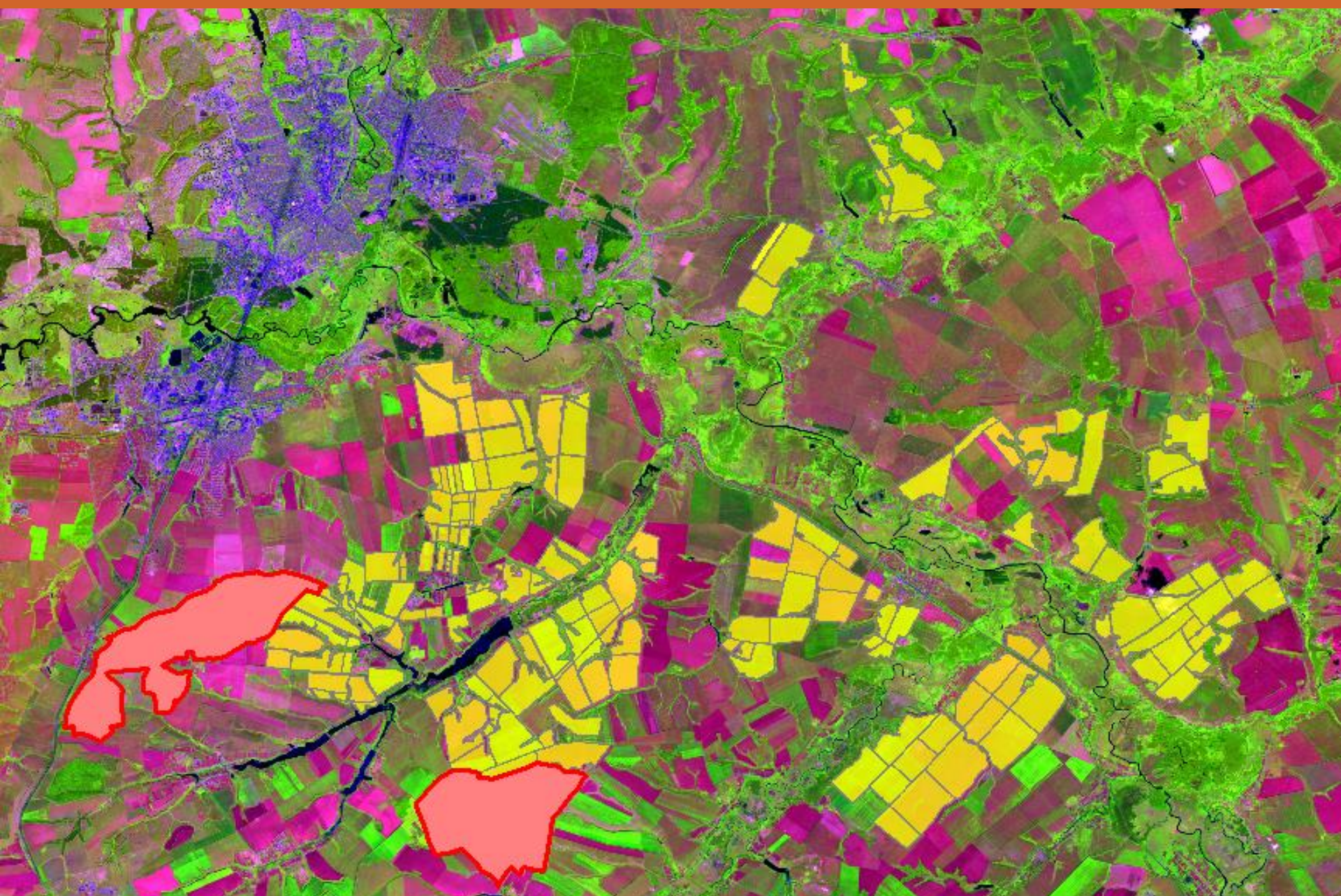
$\Delta Z=24$ м : 176-200 м
ст. откл. = 2.4

= +



Морфометрические характеристики: крутизна, площадь водосбора, солнечная инсоляция, индексы конвергенции, влажности и др.

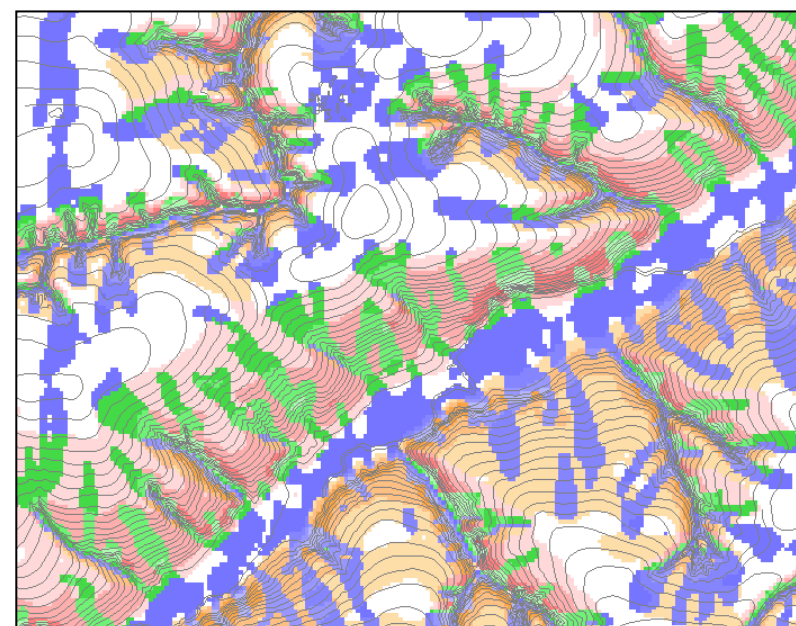
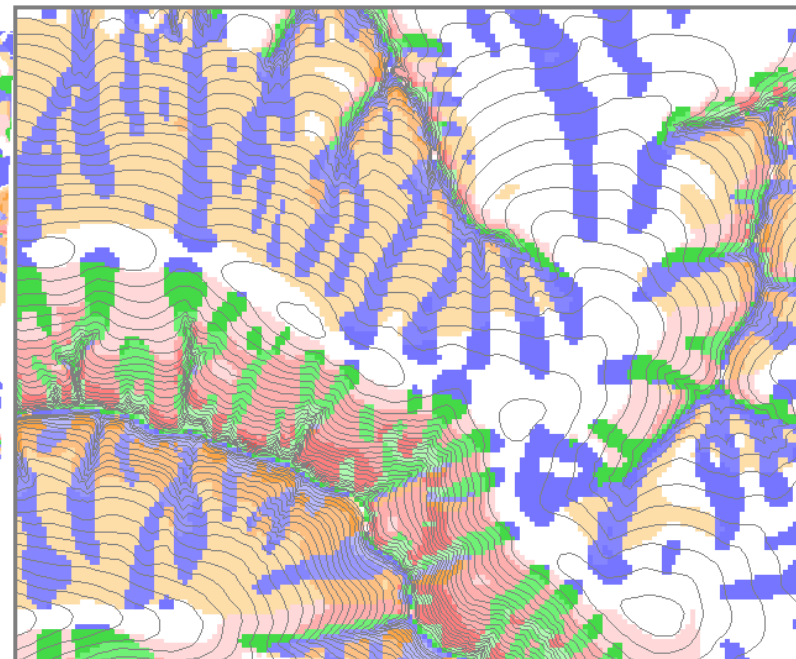
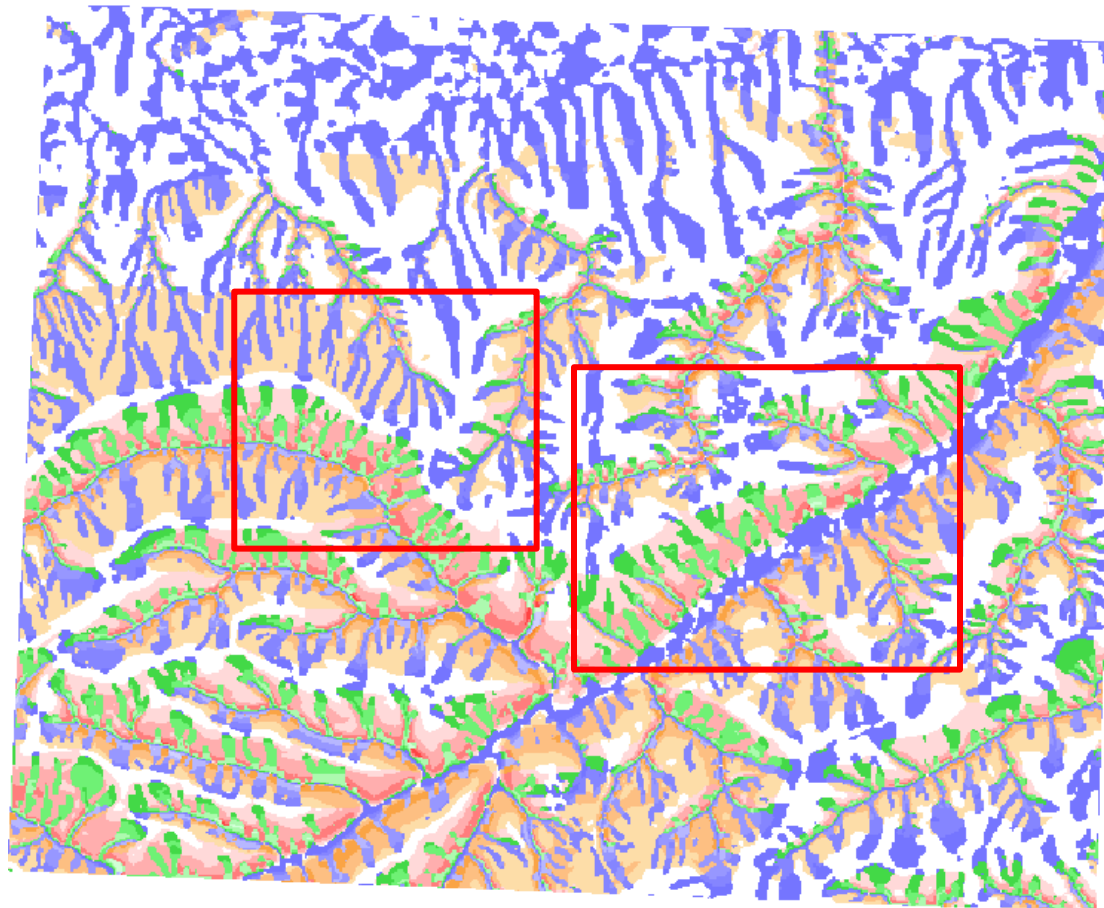
ЦЧЗ ЗАПОВЕДНИК, ХОЗЯЙСТВО «ИВОЛГА» и ОП «КУРСКИЙ»



ОТОБРАЖЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА для ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНО-АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

- **ЦК ЭЛЕМЕНТОВ МЕЗОРЕЛЬЕФА**
- **КОНТРОЛЬ ПОЛНОТЫ СЕТИ ПОЧВЕННОГО
ОПРОБОВАНИЯ**
- **ЦК СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

РЕЛЬЕФ: ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

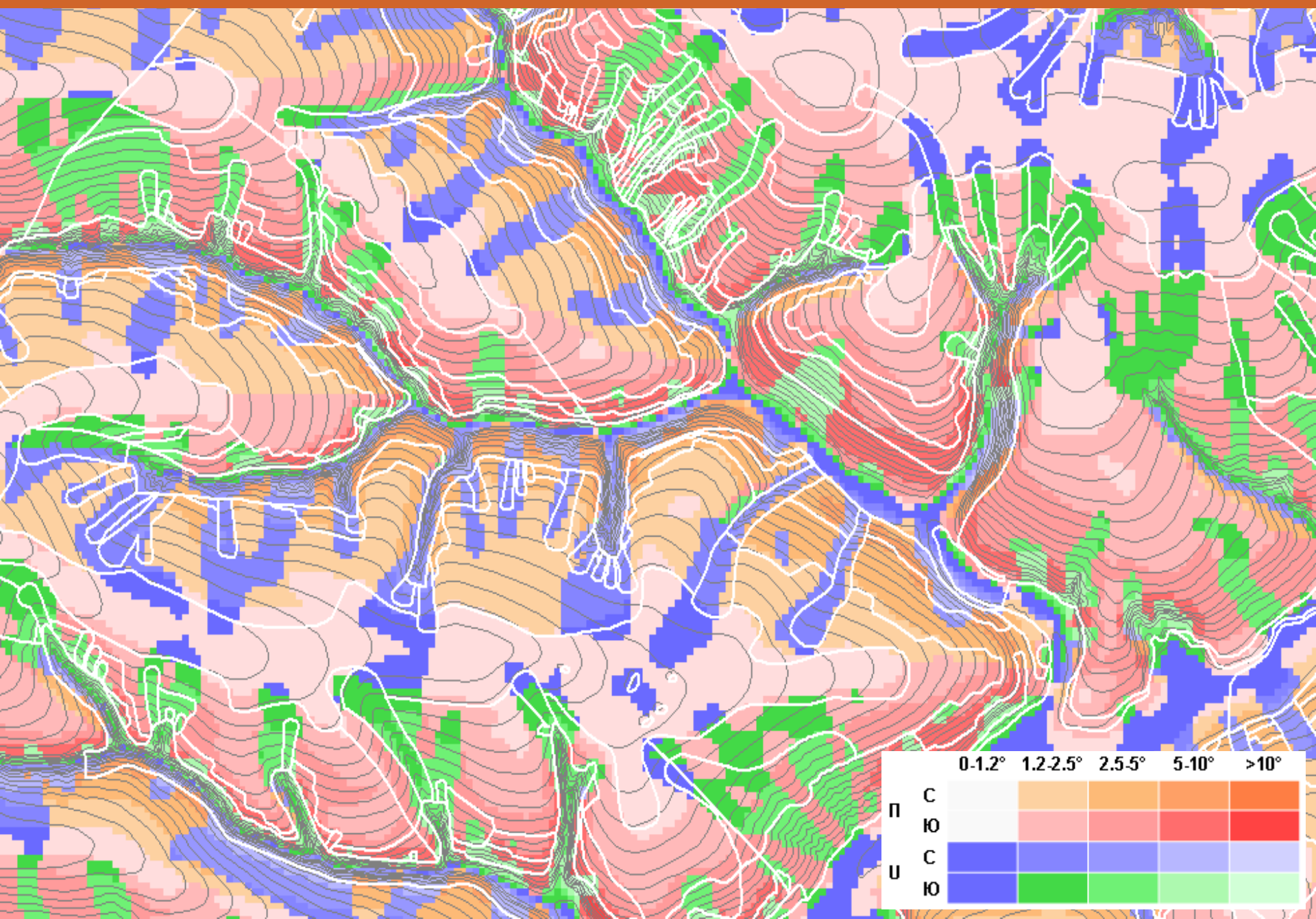


0-1.2° 1.2-2.5° 2.5-5° 5-10° >10°

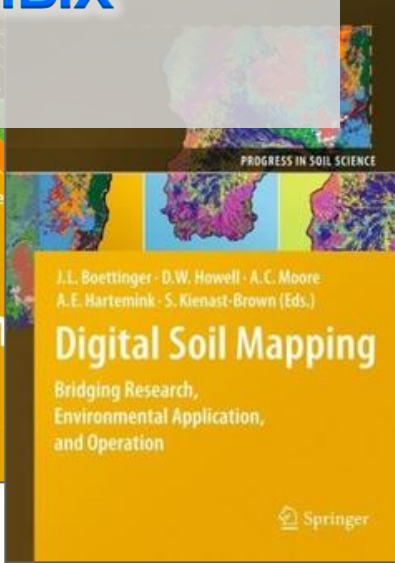
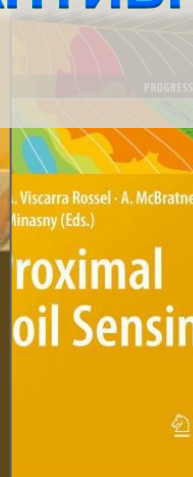
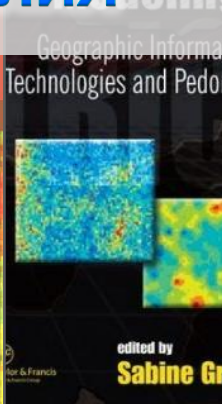
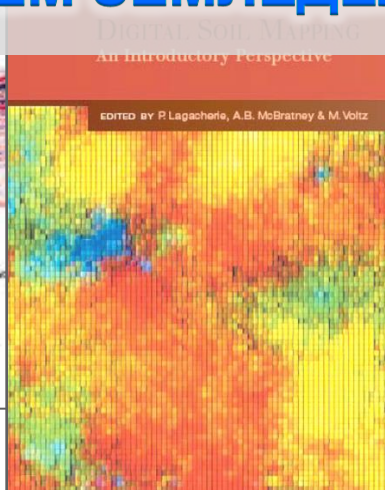
П У	С	0-1.2°	1.2-2.5°	2.5-5°	5-10°	>10°
	Ю	0-1.2°	1.2-2.5°	2.5-5°	5-10°	>10°
	С	0-1.2°	1.2-2.5°	2.5-5°	5-10°	>10°
	Ю	0-1.2°	1.2-2.5°	2.5-5°	5-10°	>10°

ВРЕМЯ СОСТАВЛЕНИЯ – ОДИН ЧАС

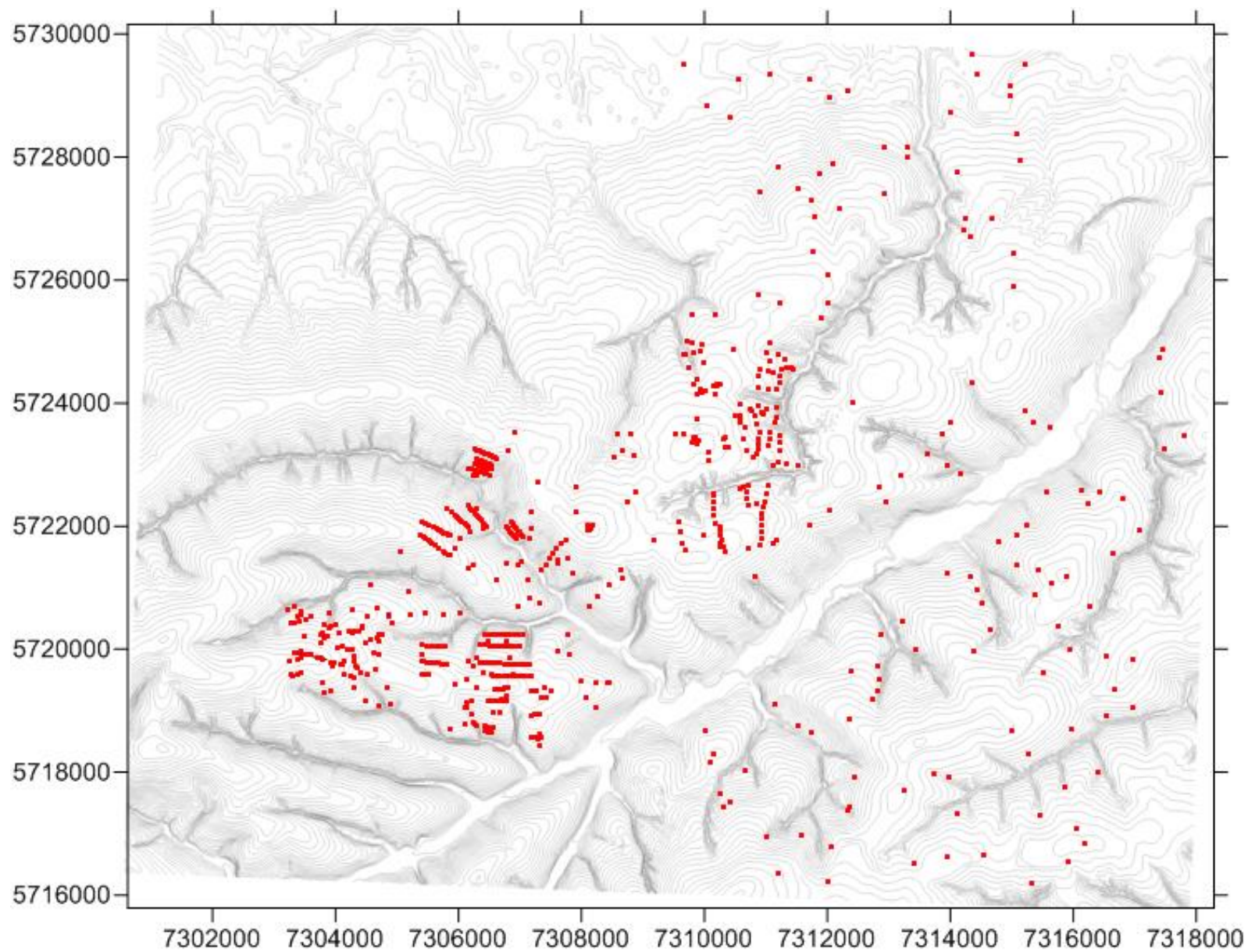
РЕЛЬЕФ: ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ



- ПЛАНИРОВАНИЕ СЕТИ ТОЧЕК ПОЧВЕННОГО ОПРОБОВАНИЯ
- КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА или отдельных его свойств
- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ
- ОТОБРАЖЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛАНДШАФТНО-АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

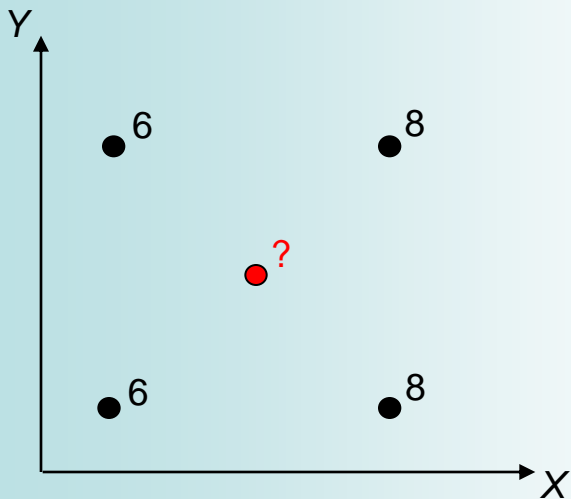


ЦЧЗ: планирование точек полевого опробования



ГЕОСТАТИСТИКА

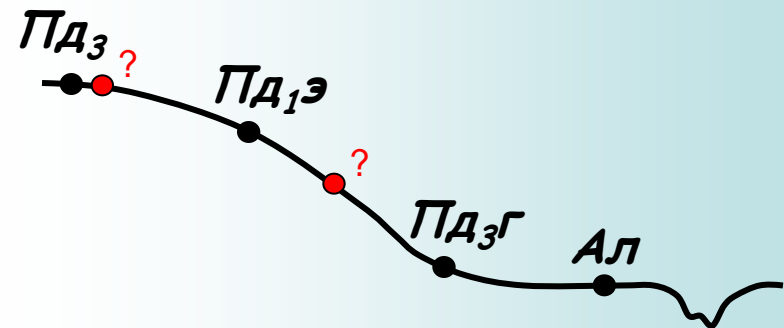
$$S = f(x, y)$$



МОДЕЛЬ ЛАНДШАФТНО-ИНДИКАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ

$$S = f$$

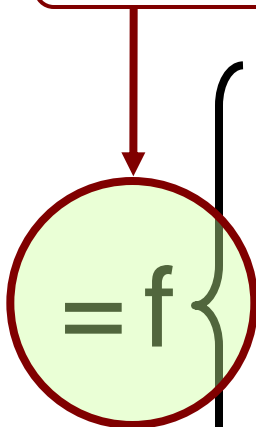
СВОЙСТВА СРЕДЫ,
ФАКТОРЫ
ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ,
ФАКТОРНО-ИНДИКАЦИОННЫЕ
ОСНОВЫ,
ENVIRONMENTAL COVARIATES



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

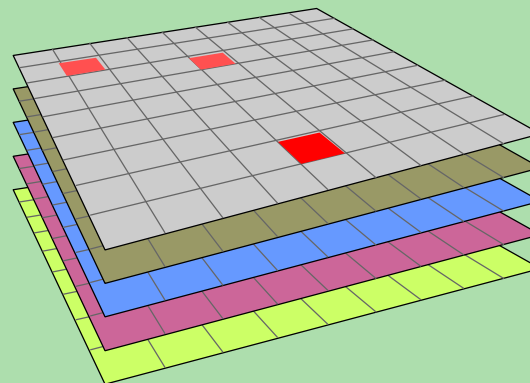
- экспертные системы
- многомерная статистика
- нейронные сети
- интеллектуальный анализ

Полевые описания



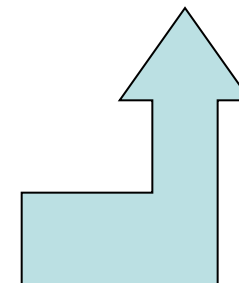
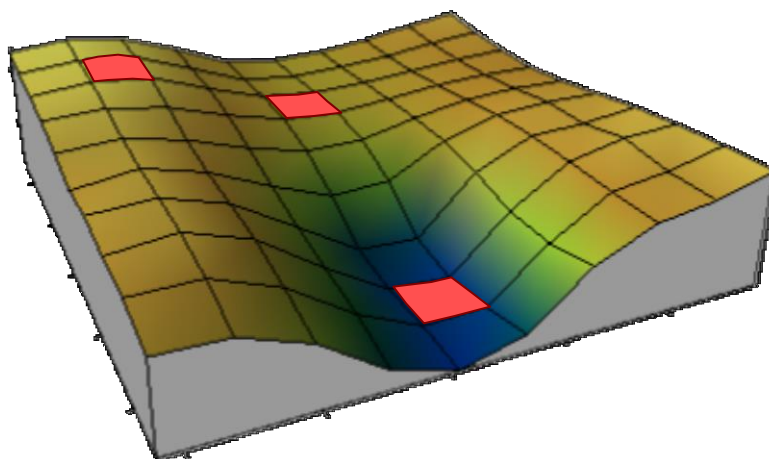
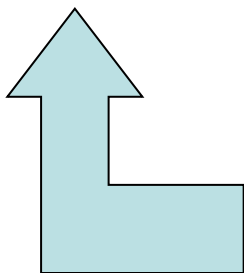
ГИС

совокупность свойств среды

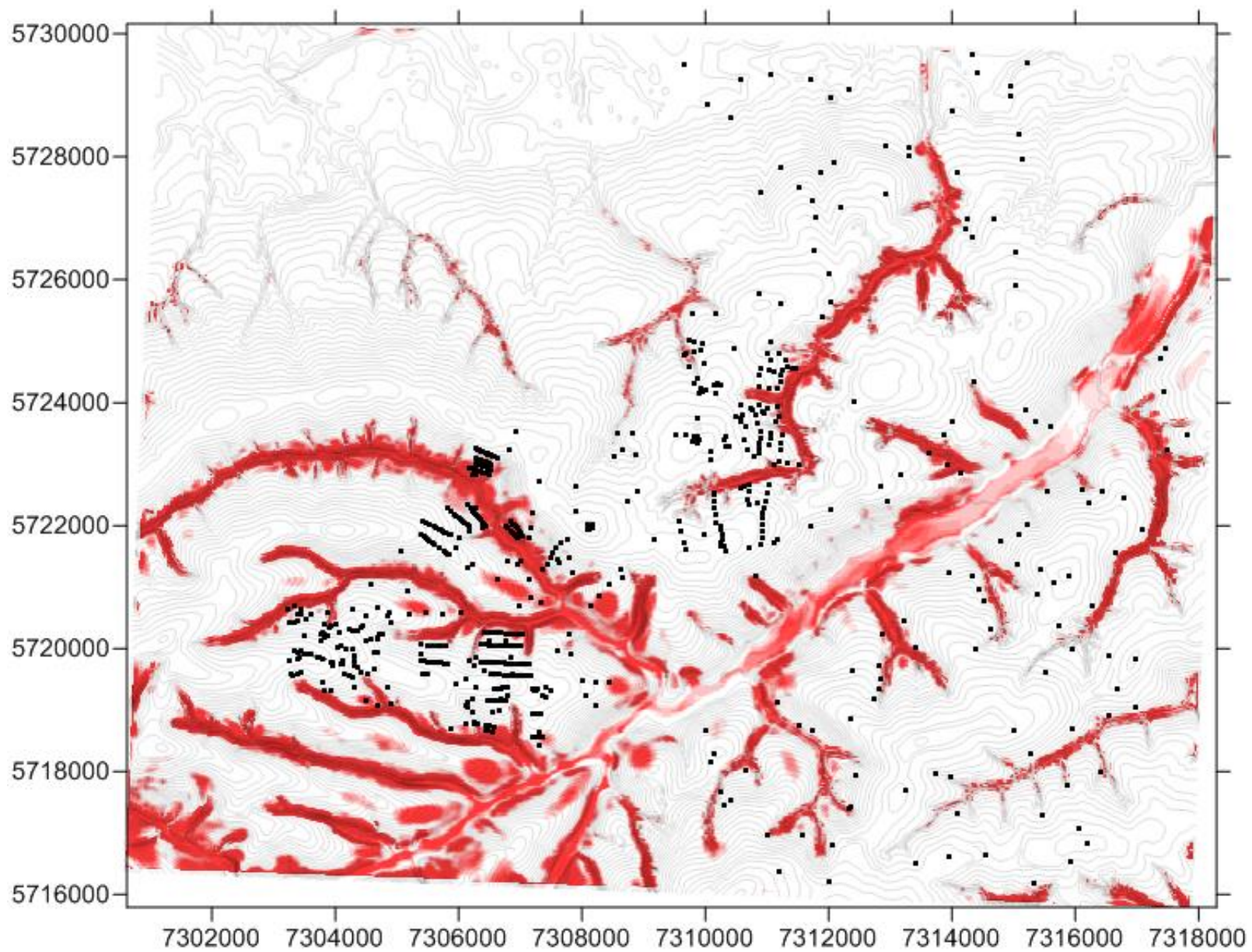


ДДЗ
Рельеф (ЦМР)
Гидросеть
Породы
Растительность
...

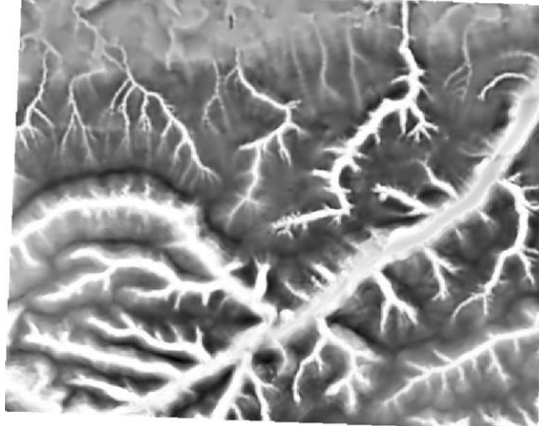
совокупность свойств среды



КОНТРОЛЬ ПОЛНОТЫ СЕТИ ПОЧВЕННОГО ОПРОБОВАНИЯ



ЦПК в ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ



Чт



Чв



Чк



Чтэ1



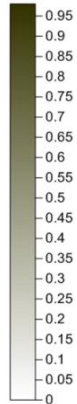
Чтэ2



Чтвэ1



Чткэ1,
Чткэ2



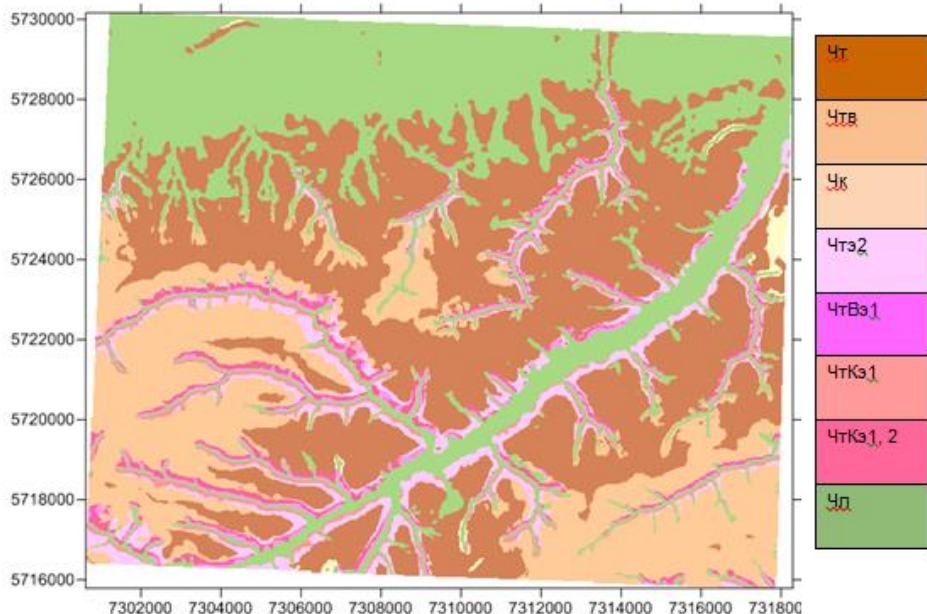
Чем темнее
тон, тем
выше
долевое
участие



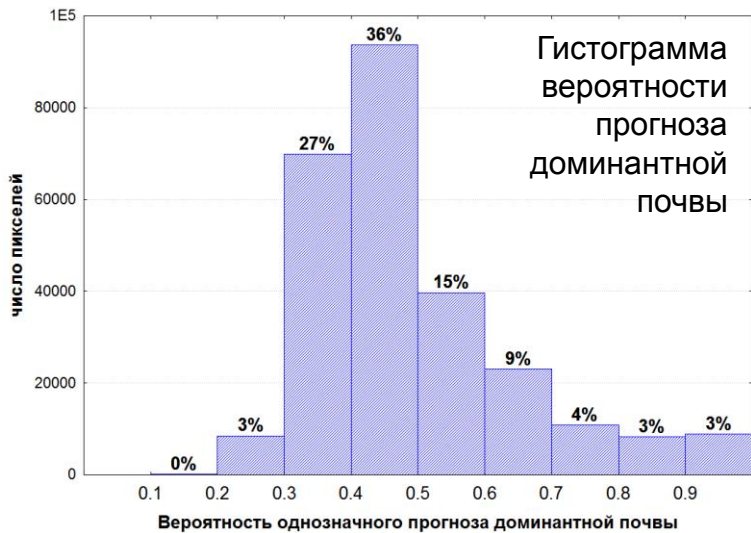
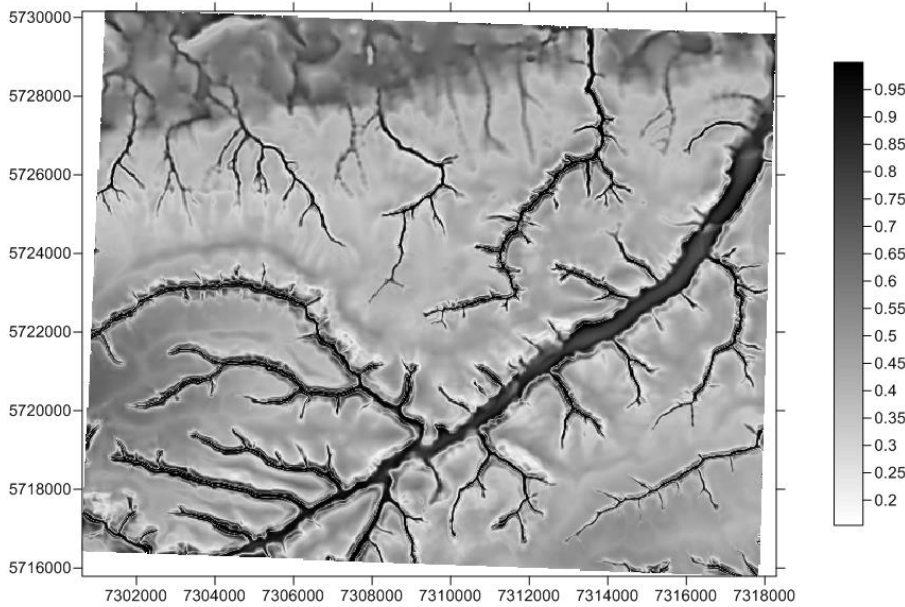
Чл

ЦПК в ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

ПОЧВЕННАЯ КАРТА (ДОМИНАНТНАЯ ПОЧВА)

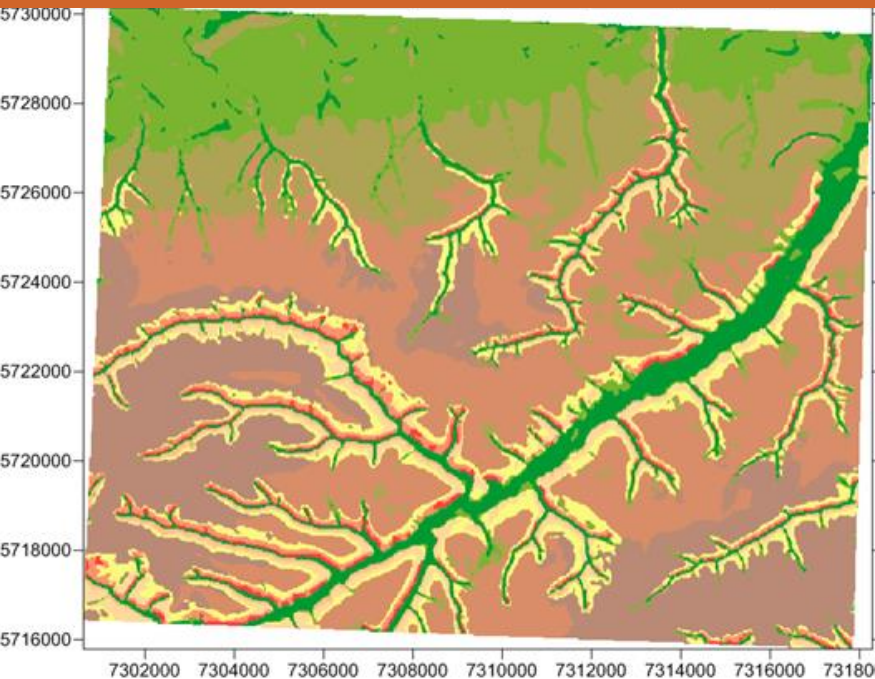


НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ПРОГНОЗА



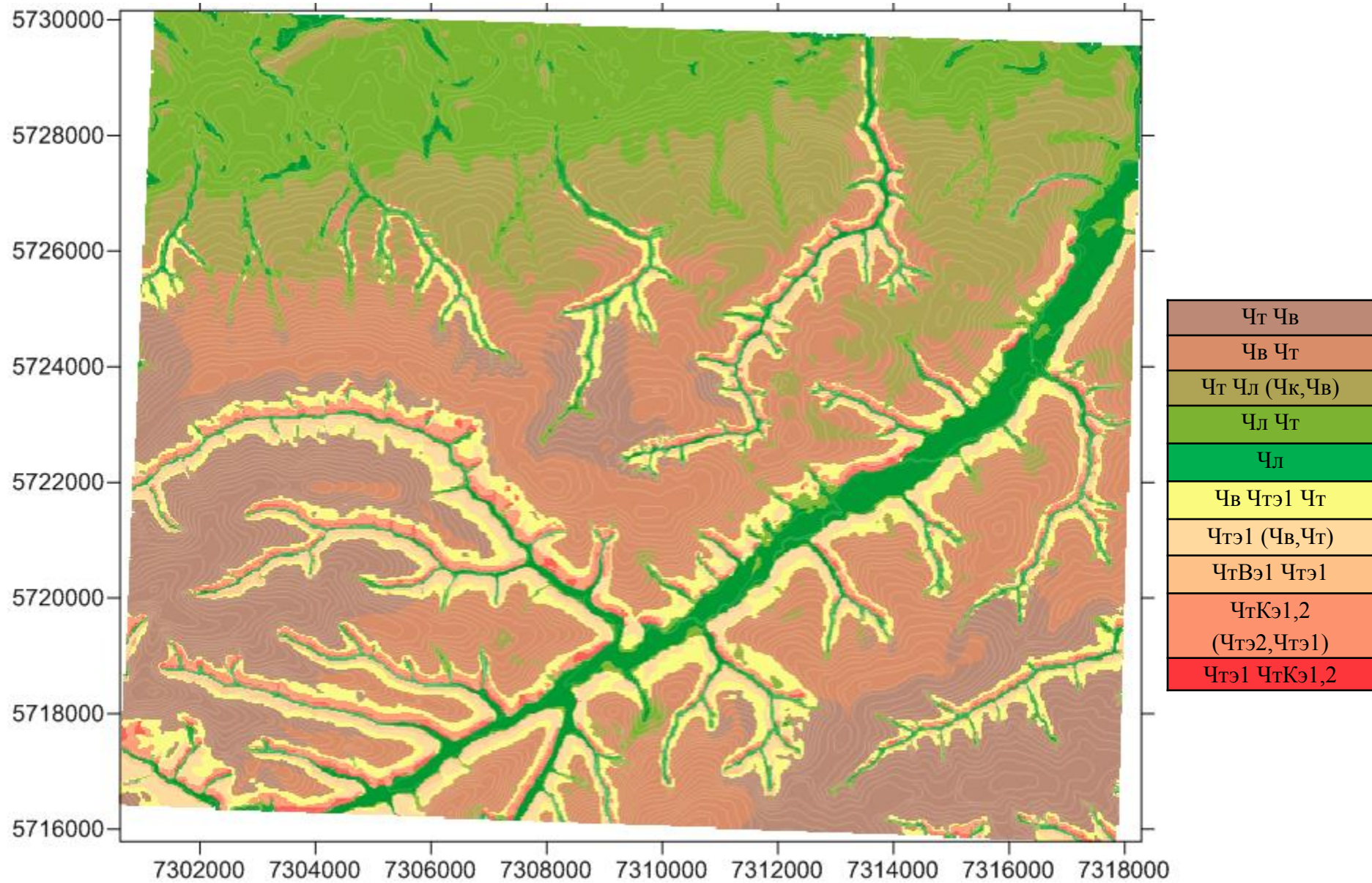
Точность прогноза доминантной почвы **50%**

ЦПК в ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ



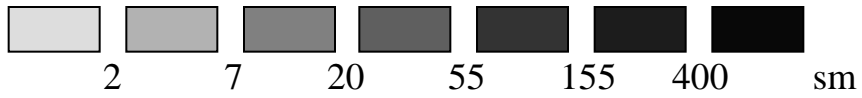
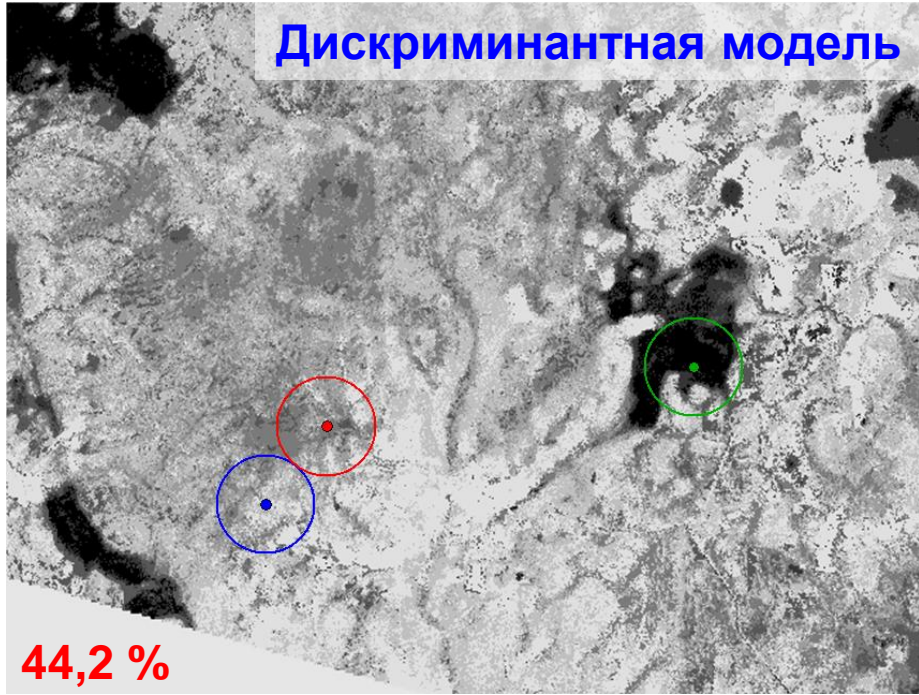
№	Площадь, га	Почвы								ПК
		Чт	Чв	Чк	Чтэ1	Чтэ2	Чтвэ1	Чткэ1,2	Чл	
1	5926.1	0.43	0.25	0.13	0.06	0.00	0.00	0.01	0.12	Чт Чв
2	4167.3	0.30	0.46	0.04	0.08	0.00	0.01	0.01	0.09	Чв Чт
3	3693.8	0.36	0.13	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.33	Чт Чл (Чк, Чв)
4	3770.8	0.22	0.07	0.08	0.02	0.01	0.01	0.00	0.59	Чл Чт
5	1816.0	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.86	Чл
6	1907.5	0.23	0.25	0.06	0.24	0.03	0.04	0.07	0.08	Чв Чтэ1 Чт
7	879.5	0.12	0.14	0.04	0.51	0.01	0.09	0.06	0.02	Чтэ1 (Чв, Чт)
8	468.9	0.02	0.07	0.01	0.11	0.01	0.68	0.01	0.09	Чтвэ1 Чтэ1
9	668.3	0.04	0.06	0.02	0.12	0.18	0.01	0.53	0.03	Чткэ1,2 (Чтэ2, Чтэ1)
10	382.7	0.01	0.02	0.01	0.02	0.63	0.01	0.20	0.08	Чтэ1 Чткэ1,2

ЦПК в ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

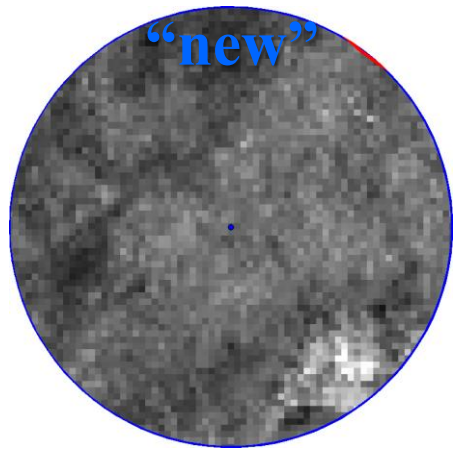
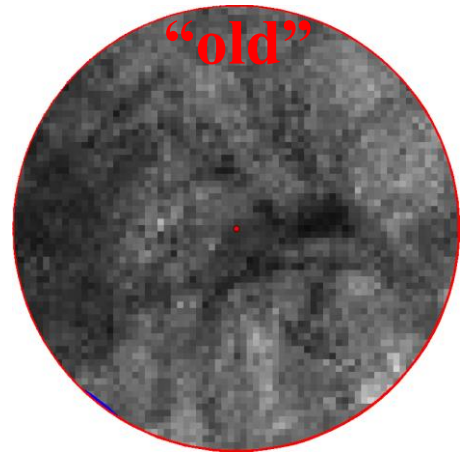
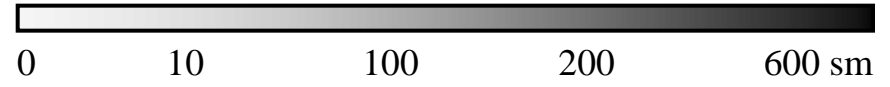
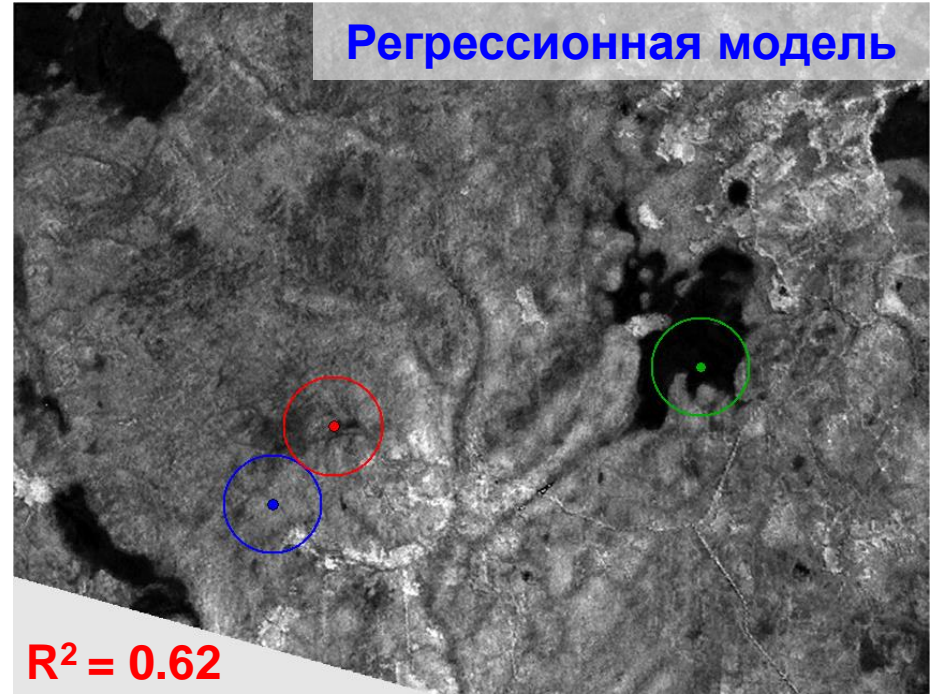


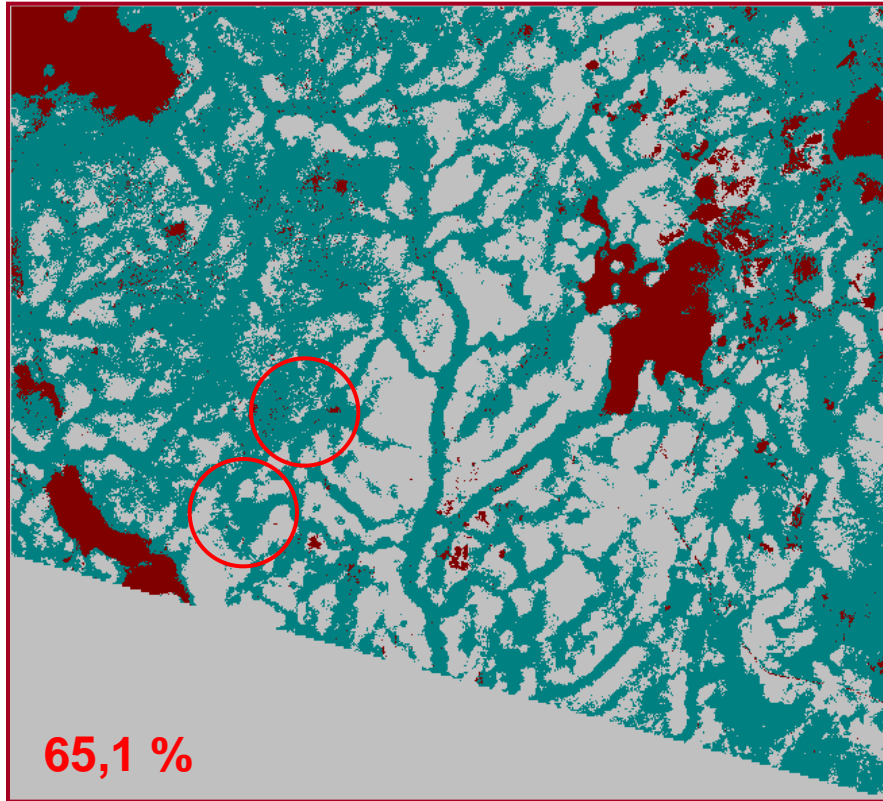
ЦЛГЗ: мощность органического горизонта

Дискриминантная модель



Регрессионная модель

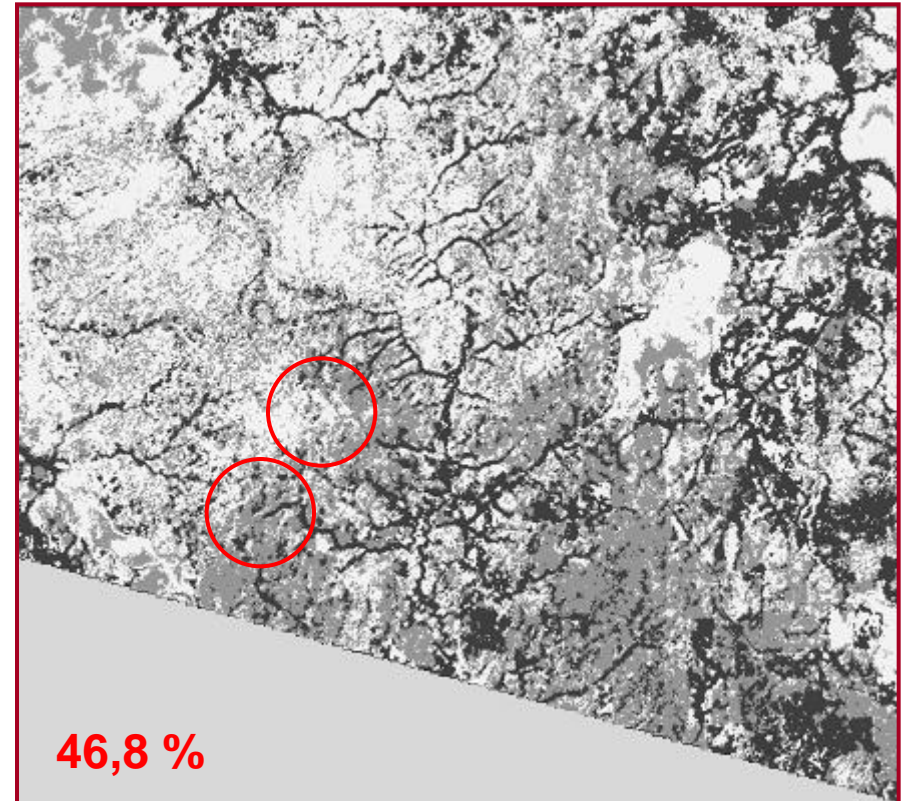




ПРИЗНАКИ ОГЛЕЕНИЯ –
анаэробные условия (синий)

Бурый – болота, серый – нет оглеения

 - километровая область вокруг вышек



Глубина карбонатов

Dark color – Depth of carbonates <150 cm,
light color – Depth of carbonates more then 250
cm).

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ

ПРИРОДНО-РЕСУРСНОЙ
ИНФОРМАЦИИ

1. формирование электронных баз данных первичных полевых опробований;
2. оцифровка, векторизация существующих тематических карт;
3. уточнение границ, топологическое согласование контуров;
4. поддержка различного рода оценок ресурсов;
5. адаптация и внедрение геоинформационных технологий в традиционный процесс тематического картографирования;
6. визуализация и тиражирование пространственной информации.

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ

**производство
тематических карт с
использованием
цифровых
технологий на всех
этапах
исследования**

**формализация
экспертных
методов
картографического
моделирования**

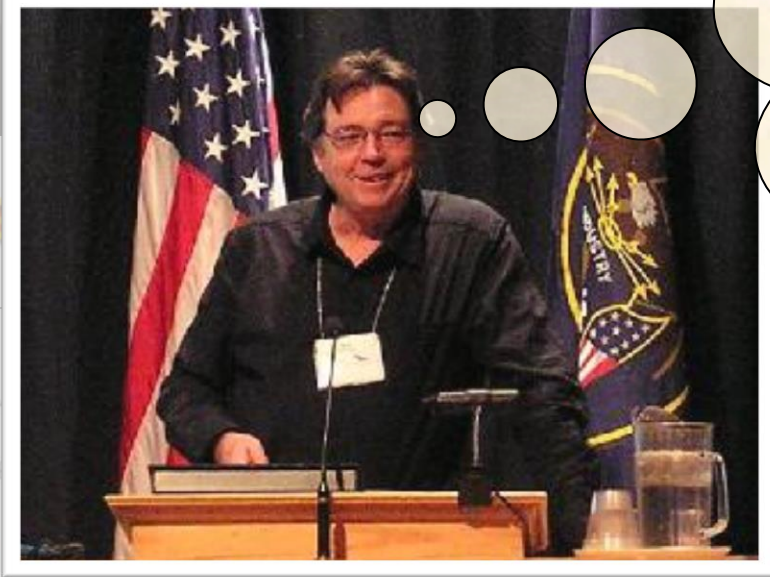
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

совершенствование
средств многозональной
съемки и ее приложения
для оценки природных
ресурсов

- информативность разных средств измерения радиометрической информации;
- селективность электромагнитного спектра при оценке различных свойств ландшафтного покрова, структуры хозяйственной деятельности;
- методы тематической интерпретации аэрокосмической информации.

ЧТО ЭТО ДАЕТ ?

LANDSAT **ГИС**
R² **3D-КРИГИНГ**



Роберт МакМиллан
(Robert MacMillan)

«Мы рискуем ускользнуть в царство пустого любопытства, если не сможем убедительно продемонстрировать пользу от применения новых методов»

DEM

семивариограмма

GSTAT

SOLIM

Random Forest

CUBIST

неопределенность

DSM

SCORPAN

персептрон

нейронные сети

GLIMS

Random Forest

data mining



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦК (скорость, стоимость)

ЭКОСИСТЕМНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО РАЙОНА КАРИБУ БРИТАНСКОЙ КОЛУМБИИ, КАНАДА: РЕЗУЛЬТАТЫ, УРОКИ И ПОЛЬЗОВАТЕЛИ

4 года – **4** специалиста – **8.2** млн га –
– **2.8** млн \$ – **0.34** \$/га

Стоимость **\$3.50/га** → **\$0.34/га**

Скорость картирования

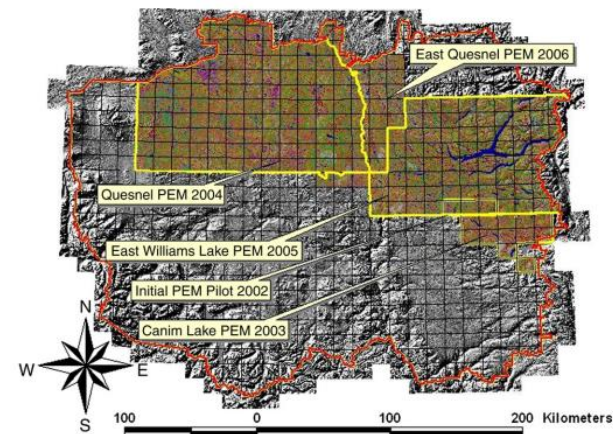
150 000 → **2 млн** га/чел*год

Точность – **69%**

1:20 000

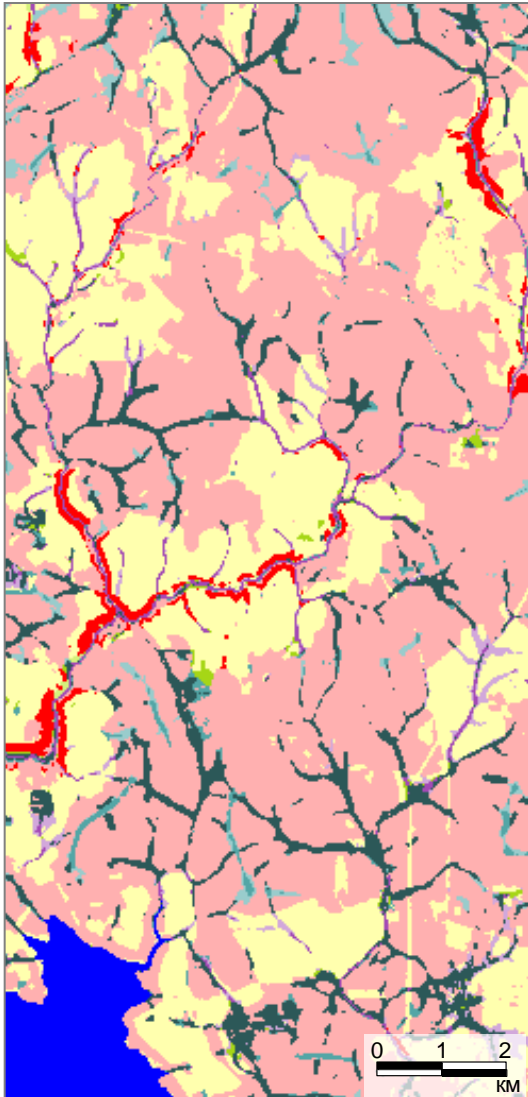


Боб МакМиллан (Robert MacMillan)
LandMapper Environmental Solutions Inc.

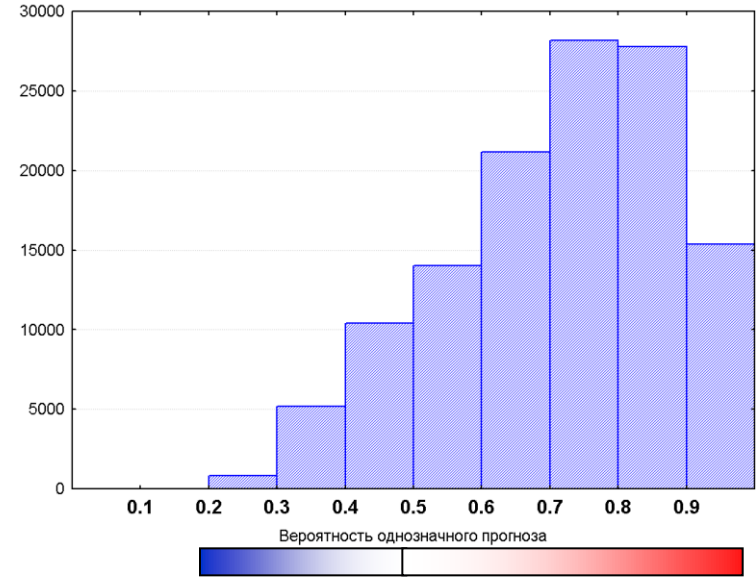
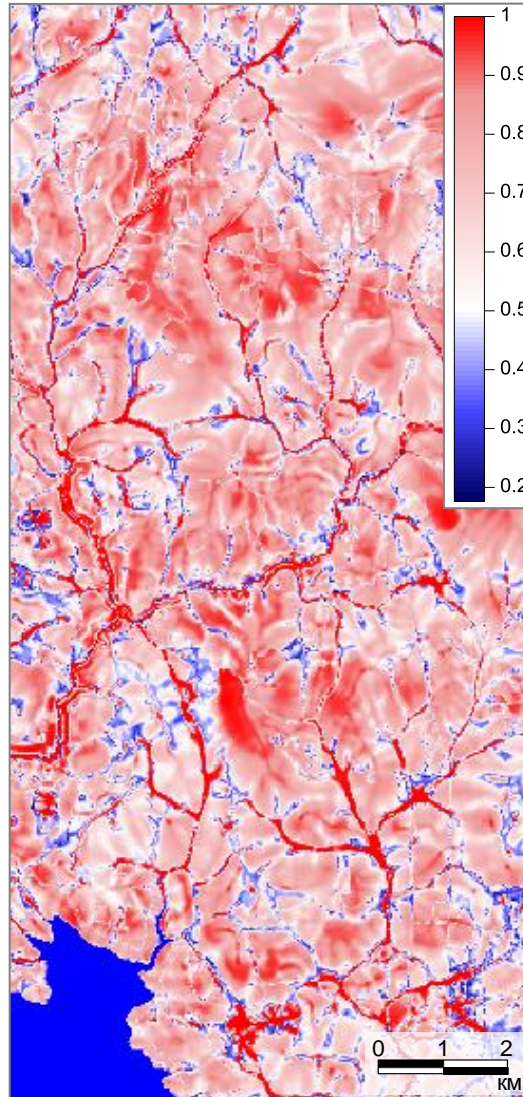


Этап проекта	Стоимость	Процент	\$/га
Управление проектом	\$295 000	10.4 %	\$0.036
Закупка и обслуживание техники	\$437 278	15.4 %	\$0.053
Ручная подготовка материалов и выборочное картографирование	\$186 326	6.6 %	\$0.023
Разработка цифрового модели	\$ 46 963	1.7 %	\$0.006
Подготовка ЦМР	\$ 7 200	0.25 %	\$0.001
Поточное цифровое картографирование	\$900 000	31.7 %	\$0.109
Оценка точности	\$773 314	27.3 %	\$0.094
Оформление результатов	\$191 050	6.7 %	\$0.023
ИТОГО	\$ 2 837 131	100 %	\$ 0.344

ДОМИНАНТНЫЙ ПОДТИП ПОЧВЫ



ВЕРОЯТНОСТЬ ОДНОЗНАЧНОГО ПРОГНОЗА

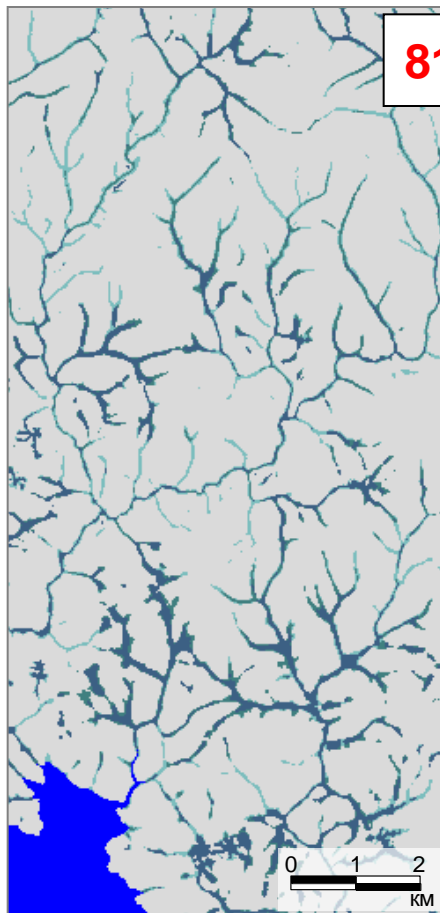


СРЕДНЯЯ ВЕРОЯТНОСТЬ
ПРОГНОЗА – **0.71**

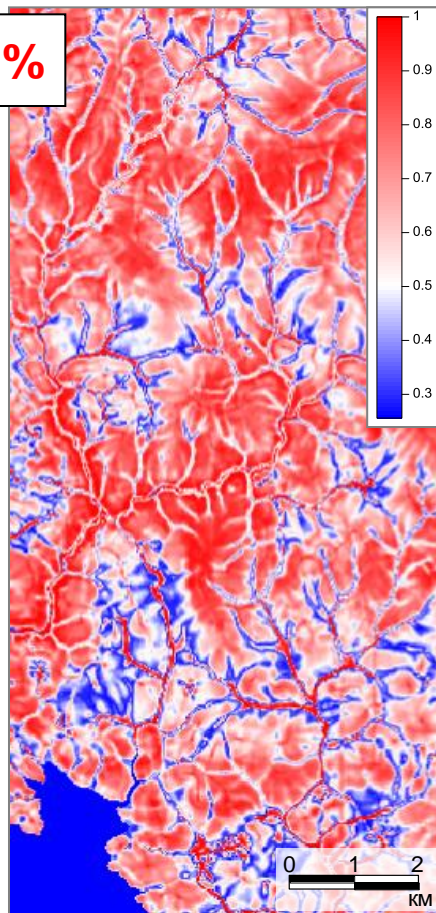
ВЫСОКАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ
ХАРАКТЕРНА ДЛЯ
ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЛОГИХ
ЛОЖБИН И ВОГНУТЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ (контроль надежности результатов картографирования)

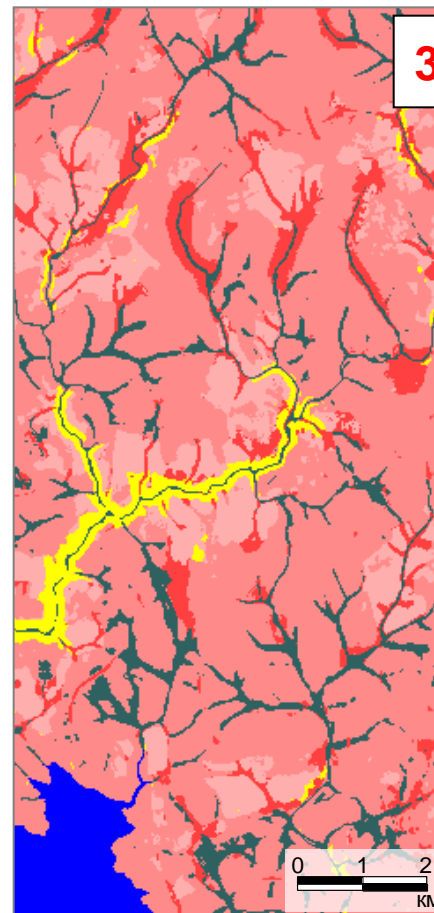
ДОМИНАНТНАЯ
КАТЕГОРИЯ
ОГЛЕЕНИЯ



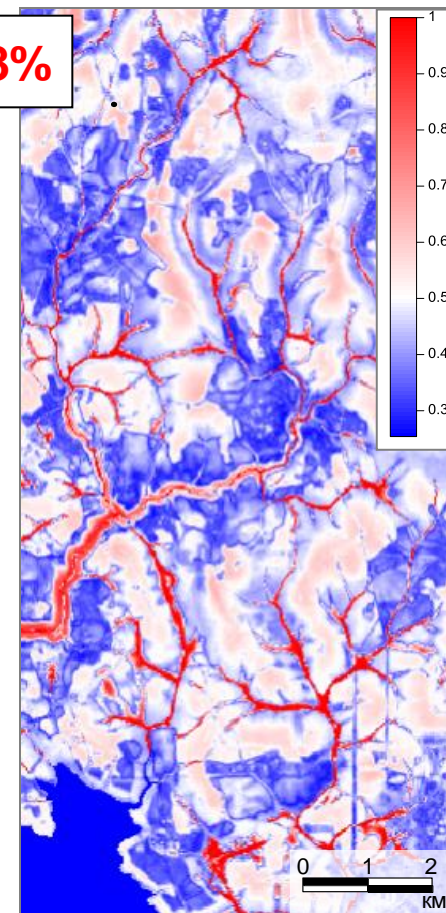
ВЕРОЯТНОСТЬ
ОДНОЗНАЧНОГО
ПРОГНОЗА



ДОМИНАНТНАЯ
КАТЕГОРИЯ
ОПОДЗОЛЕННОСТИ



ВЕРОЯТНОСТЬ
ОДНОЗНАЧНОГО
ПРОГНОЗА

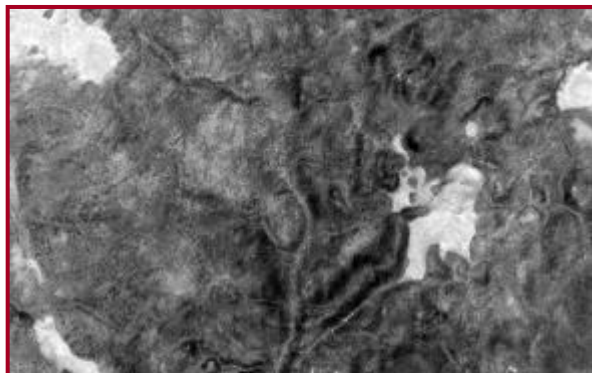


1. КОНТРОЛЬ НАДЕЖНОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
2. «ИТЕРАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ»
3. ЯДРА ТИПИЧНОСТИ vs ЭКОТОННЫХ ОБЛАСТЕЙ

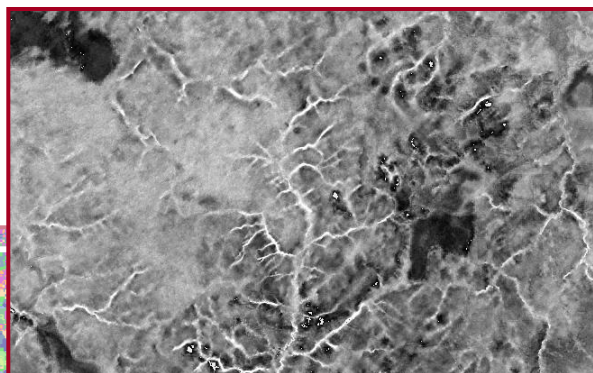
ЧТО ЭТО ДАЕТ?

- **СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ КАРТИРОВАНИЯ**
- **ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ ФОРМАЛИЗАЦИИ ВСЕХ СТАДИЙ РАЗРАБОТКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**
- **ОБЪЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**
- **РАСШИРЕНИИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ СВЯЗЕЙ**

ФАКТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВОДНО-МИГРАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ – 37.9%



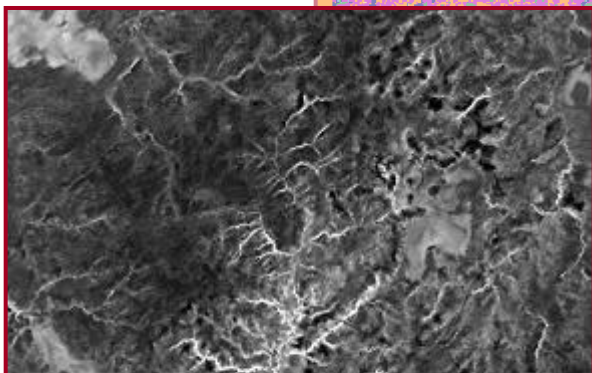
КРУТИЗНА 21.3%
МАКС МИН



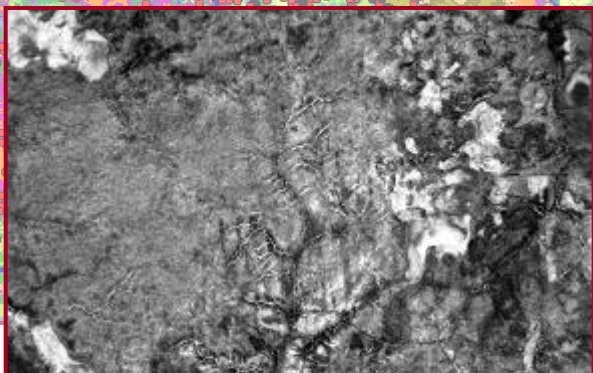
ФОРМА 16.6%
дивергенция конвергенция



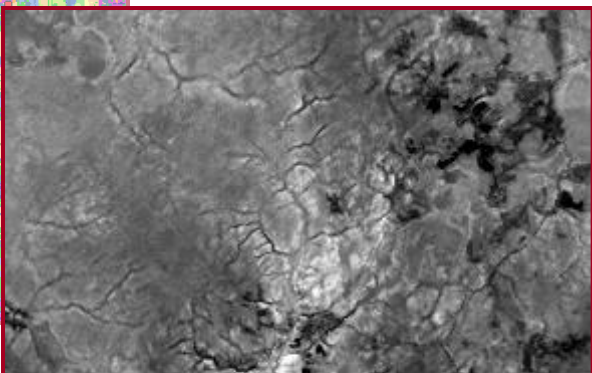
Стадия сукцессии 14.6%
до 10 лет 40-60 лет



ГРУНТОВОЕ ПИТАНИЕ 12.5%
низкое высокое



ТРОФНОСТЬ ПОРОД 9.5%
высокая низкая



НАРУШЕННОСТЬ 7.9%
агрогенная ветровая

ФАКТОРЫ ЛИТОГЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР СУКЦЕССИОННЫХ СМЕН

РАЗБРОС ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ **30-80** %
 (воспроизводимость изменчивости
 результатов полевых измерений)

ОБЫЧНО **50-70** % ПОЧЕМУ НЕ **90-100** % ?



ОГРАНИЧЕНИЯ	ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ
Неполнота учета факторов-индикаторов и масштаба их проявления (парциальные системы)	Оценка веса значимых переменных, не имеющих картографического отображения по элементам сетки
Необходимость контроля полноты и представительности обучающей выборки	<ul style="list-style-type: none"> • регулярная сеть опробования, • регулированием числа и положения точек на основе факторных основ
Нелинейный характер межкомпонентных связей	Адаптивные средства анализа
Неточности источников пространственной информации и их совмещения в процессе анализа	Развитие средств сбора и координирования пространственно распределенной информации



1. ИНФРАСТРУКТУРА ДАННЫХ

(ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ ОПИСАНИЙ, КАРТ, КАЧЕСТВО, СОПОСТАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ ОПРОБОВАНИЯ)

2. ИНФОРМАТИВНОСТЬ факторно-индикационных переменных

(СПЕКТРАЛЬНЫЕ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ, ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ, ИСТОРИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ и др., ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ И ФАКТОРОВ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ)

3. МЕТОДЫ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(СТАТИСТИКА, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (DATA MINING), SOLIM, ФОРМАЛЬНЫЕ VS ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ)

4. ХАРАКТЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

(РАЗРЕШЕНИЕ, МАСШТАБ, УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ)

5. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ и НАДЕЖНОСТЬ

(ТОЧНОСТЬ, ПОЛНОТА, ДОСТОВЕРНОСТЬ, ЯДРА ТИПИЧНОСТИ, ОБЛАСТИ НЕРАВНОВЕСНЫХ СВЯЗЕЙ)

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЦК

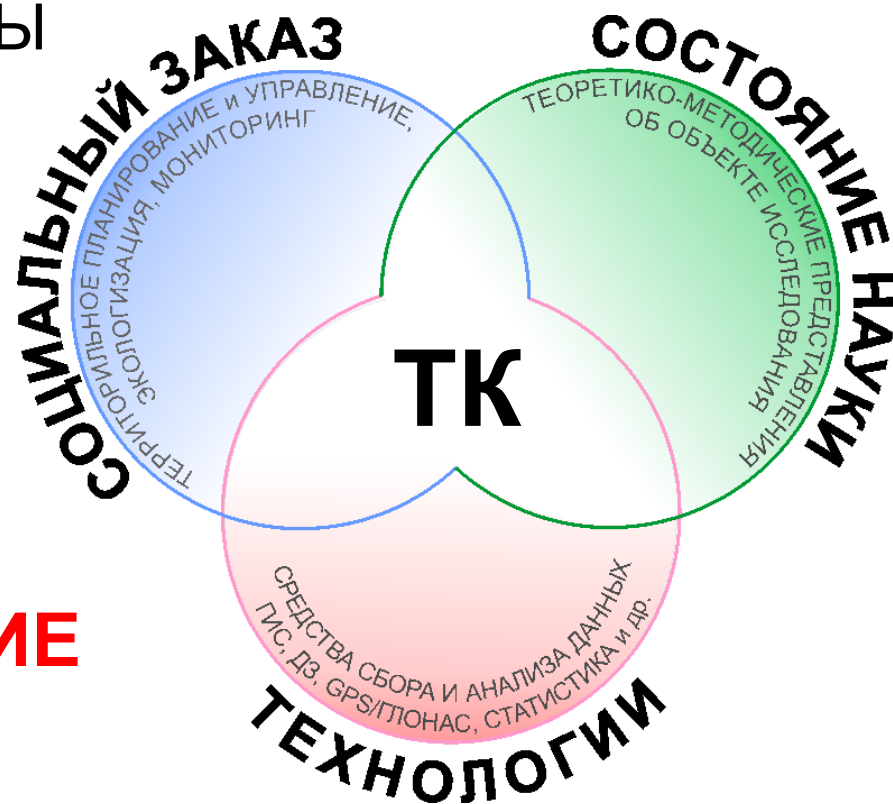
(ОТ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ К ОЦЕНКАМ, **ДОСТУПНОСТЬ** и **ДОСТУПНОСТЬ**)

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ – МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ОБЛАСТЬ ЗНАНИЙ И ДЕЙСТВИЙ

- ОТРАСЛЕВЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ
- МАТЕМАТИКИ
- ПРОГРАММИСТЫ



**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
КОЛЛЕКТИВЫ**



1. ИНФРАСТРУКТУРА ДАННЫХ

1. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДАННЫХ

ISRIC-WISE - global soil profile dataset

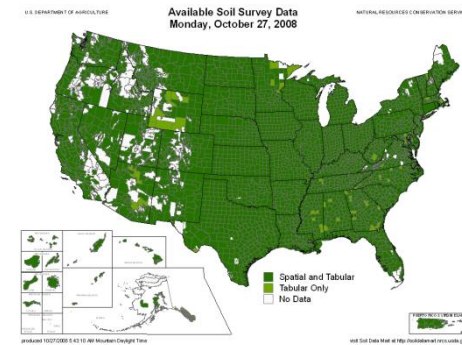
EIONET - European Environmental Observation and Information Network

EuDASM - the European Digital Archive of Soil Maps

CSIRO - Австралия

The Harmonized World Soil Database 1km raster 1:1 000 000

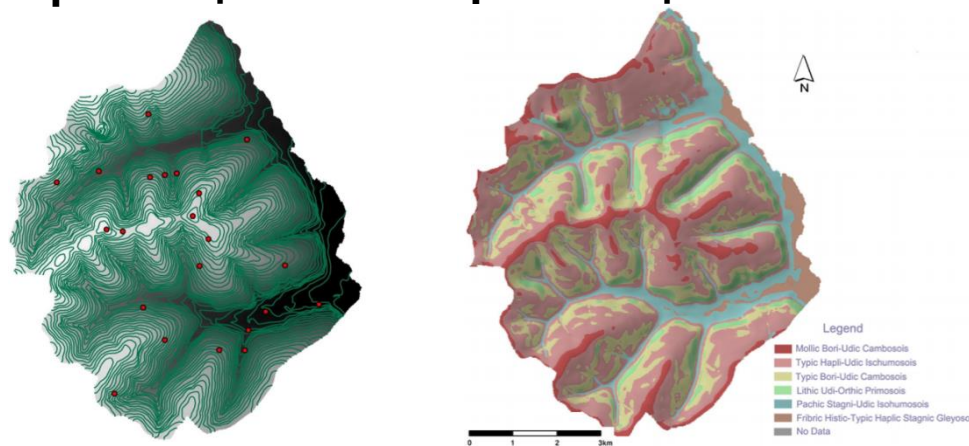
e-SOTER project - September 2008 until February 2012



2. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ОПРОБОВАНИЯ

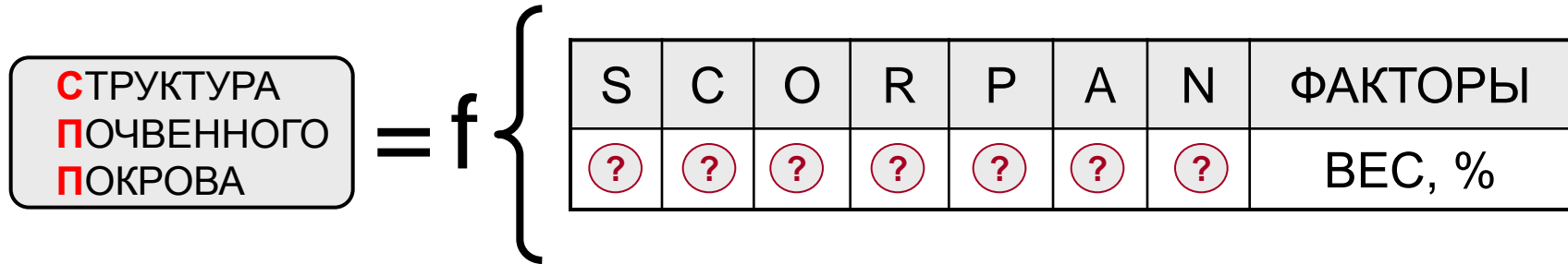
- Регулярная сеть опробования или
- Обоснование положения точек (сLHS и др.)
- Неопределенность положения существующих точек наблюдения
- Картирование в условиях ограниченных данных
- Интерполяция vs Экстраполяция

США	АФРИКА
9.1 млн км ²	23.9 млн км ²
140 000 точек	4 057 точек



2. ИНФОРМАТИВНОСТЬ факторно-индикационных переменных

В.В. Докучаева (1898), К.Д. Глинки (1912), Ч. Шоу (1930), Х. Йенни (1961). А. МакБратни (2003, 2008)



ФАКТОР	ХАРАКТЕРИСТИКА	МЕРА-ИНДИКАТОР
R	РЕЛЬЕФ	КРУТИЗНА
		ФОРМА
		СТОК
		ОСВЕЩЕННОСТЬ
O		БИОМАССА
		ФРАГМЕНТИР-ТЬ
P		СОСТАВ
		ГЕОЛ. СТРОЕНИЕ
ВОЗРАСТ	??	- ???
...

- КАКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ?
- КАКИЕ ИНДИКАТОРЫ ?
- КАК ИХ ИЗМЕРИТЬ ?
- КАК ИХ СОПОСТАВИТЬ:
 - ВНУТРИ РЕГИОНА ?
 - МЕЖДУ РЕГИОНАМИ ?

3. МЕТОДЫ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

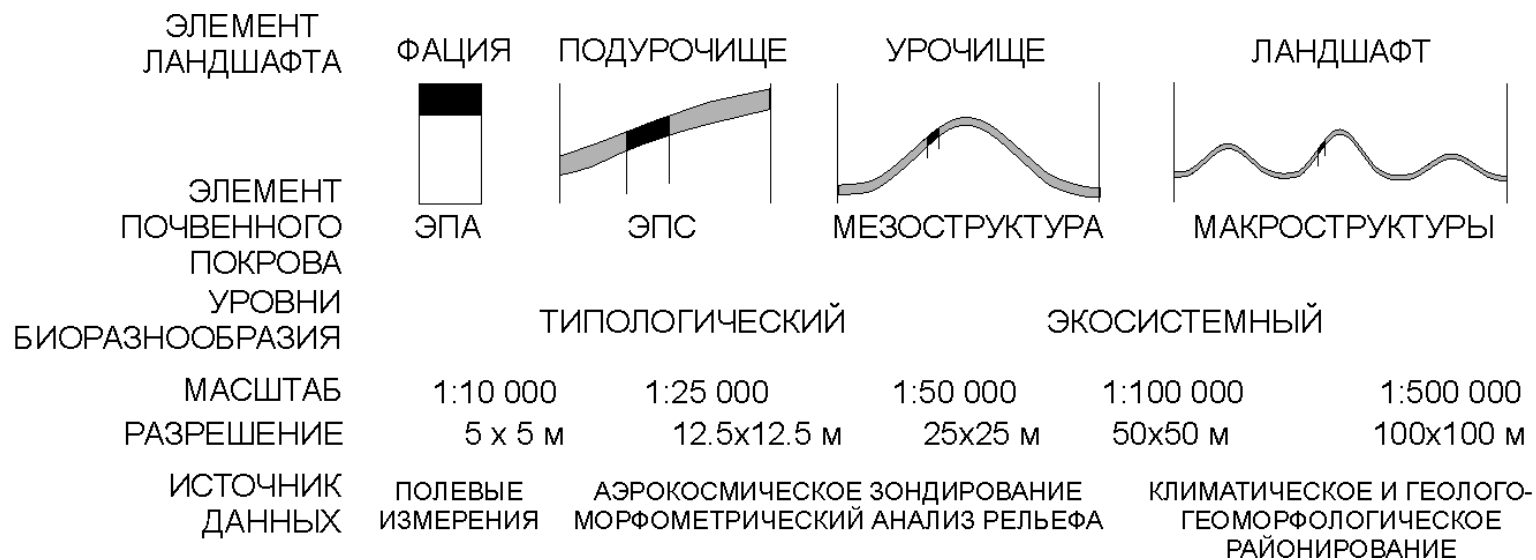
АСПЕКТ АНАЛИЗА	СРЕДСТВО АНАЛИЗА				
	ЛИНЕЙНАЯ СТАТИСТИКА	GLM	GAM	КЛАС., РЕГР. ДЕРЕВЬЯ	НЕЙРОННЫЕ СЕТИ
ПРОСТОТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	😊	😬	😬	😊	😬
ПРОСТОТА ОСВОЕНИЯ	😊	😬	😬	😊	😬
ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬ	😊	😬	😬	😊	😬
НЕЛИНЕЙНОСТЬ	😬	😊	😊	😊	😬
КАТЕГОРИАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ	😬	😊	😊	😊	😊
СМЕШАННЫЕ ДАННЫЕ	😬	😊	😊	😊	😬
ОБЪЕМ ДАННЫХ	😊	😊	😬	😊	😬
ПРОГНОЗНАЯ МОЩНОСТЬ	😬	😬	😬	😬	😊

Hastie T. et al., The Element of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, Springer-Verlag, New York, 2001

ИССЛЕДОВАТЕЛИ: 😬 📞 SOS!!! 📊 🤖

4. ХАРАКТЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ, МАСШТАБ И РАЗРЕШЕНИЯ

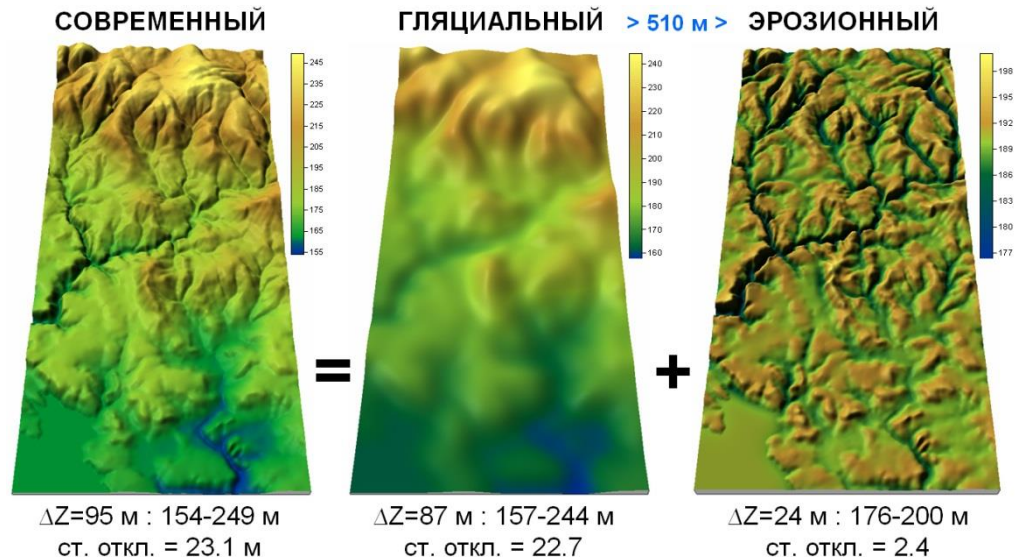
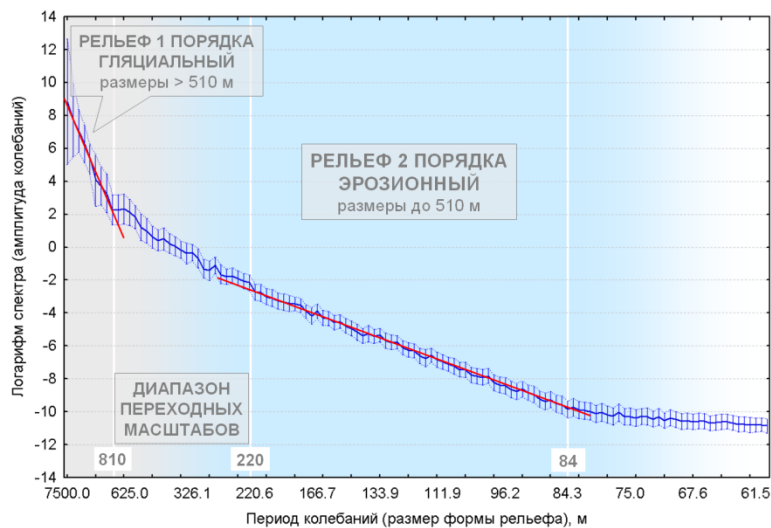
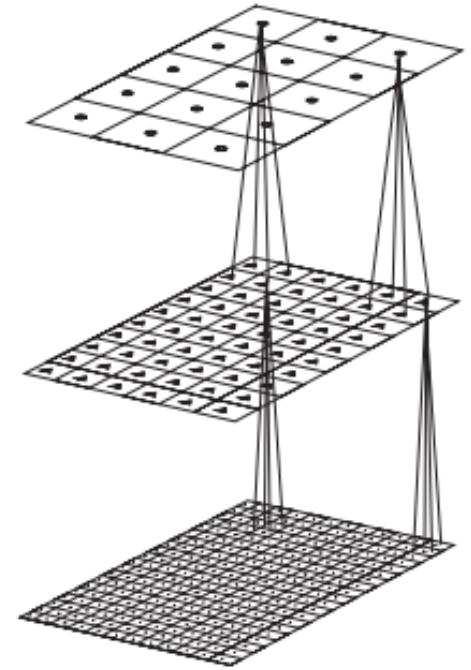


Рекомендации пространственного разрешения (MacBratney et al., 2003)

Масштабный уровень		масштаб карты	Разрешение растра при размерах минимального контура			Охват, км
MacBratney	USDA		1x1 мм	2x2 мм	5x5 мм	
D1	0	> 1:5000	< 5 м	< 10 м	< 25x25 м	< 50x50
D2	1, 2	1:5000-1:20000	5 – 20 м	10–40 м	25x25 м – 100x100 м	5x5 – 200x200
D3	3, 4	1:20000-1:200000	20-200 м	40-400 м	100x100 м – 1x1 км	20x20 – 2000x2000
D4	5	1:200000-1:2000000	200 м – 2 км	400 м – 4 км	1x1 км – 10x10 км	200x200 – 20000x20000
D5	5	<1:2000000	> 2 км	> 4 км	> 10x10 км	>200x200

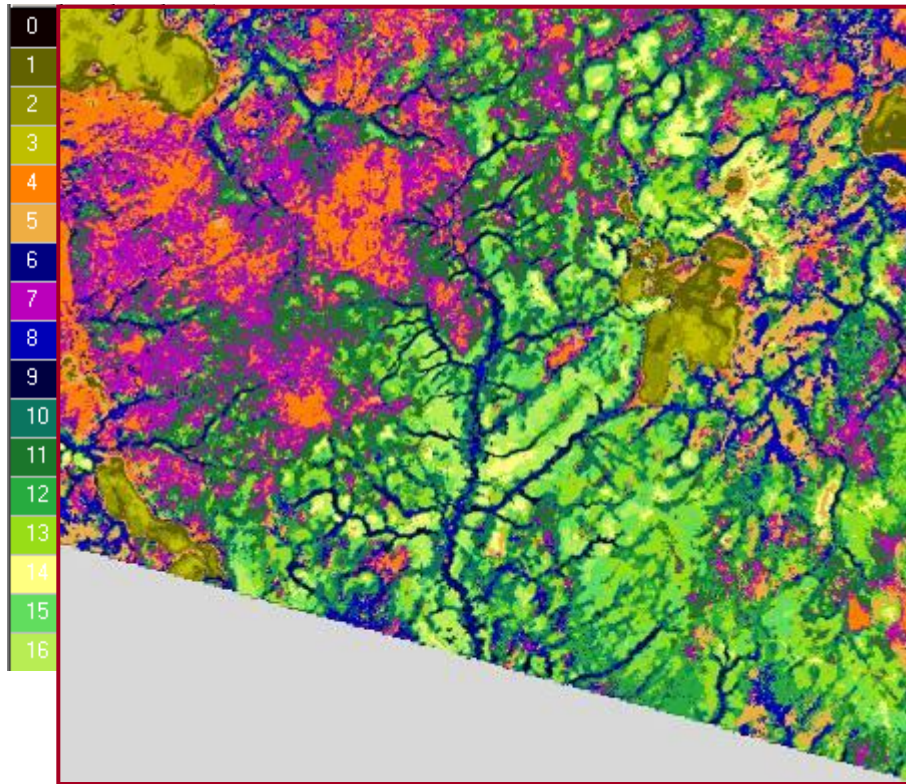
4. ХАРАКТЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

- ВЫЯВЛЕНИЕ ЧИСЛА И ХАРАКТЕРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ **СТРУКТУРНЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ** ЦЕЛЕВОГО СВОЙСТВА (рельефа, почвенного покрова и др.)
- **ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ШАГА** ПОЛЕВОГО ОПРОБОВАНИЯ, РАЗМЕРОВ СЕТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦЕЛЕЙ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ
- **МЕТРИКИ РАЗНООБРАЗИЯ**

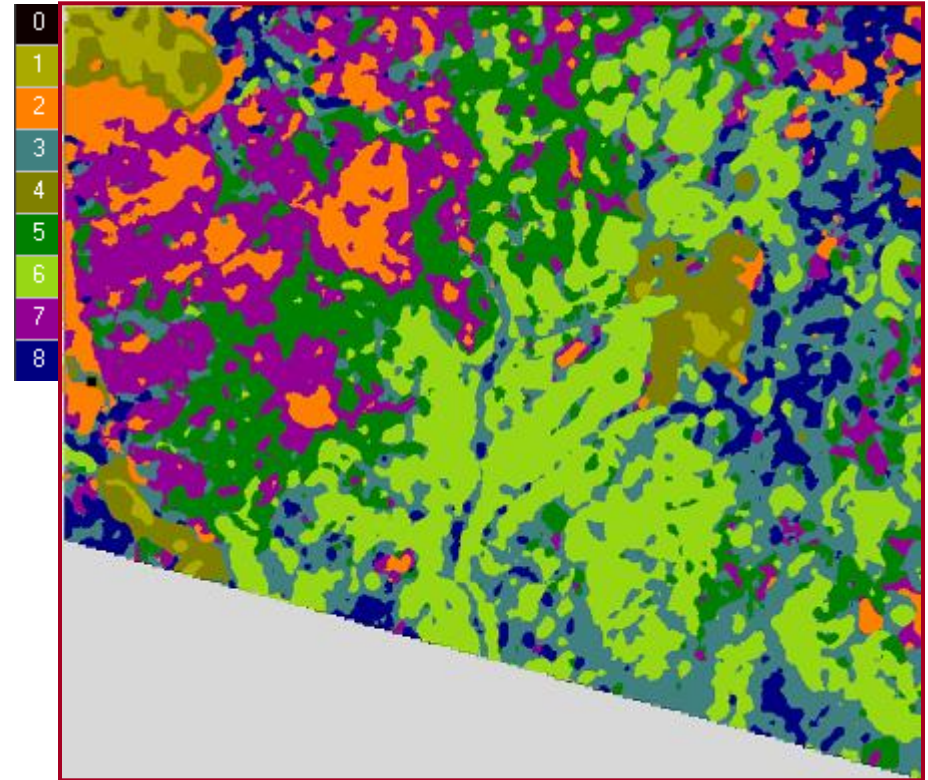


4. ХАРАКТЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

СОПОДЧИНЕНИЕ ТЕРРИТ. СТРУКТУР РАЗНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ



МОЗАИКА ПОДУРОЧИЩ



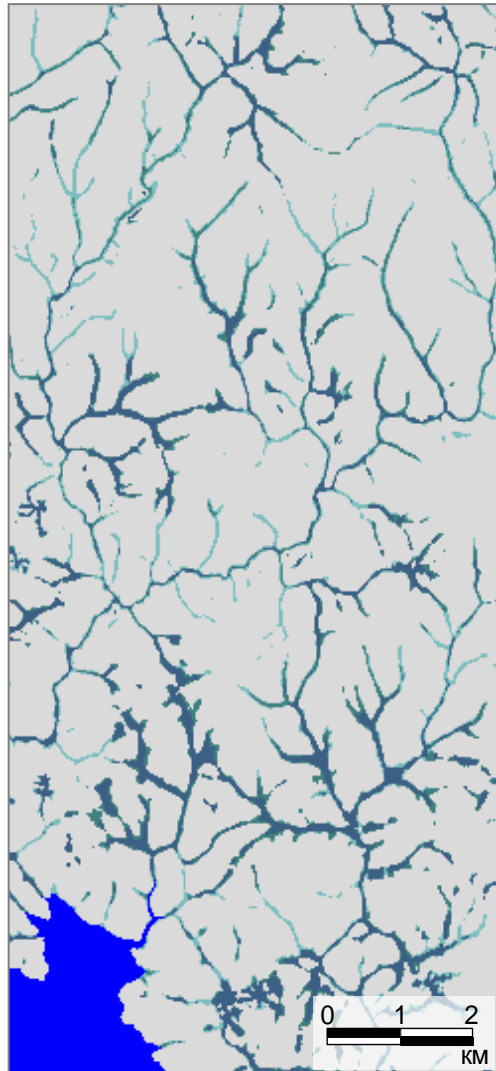
ТИПЫ УРОЧИЩ

Классификационные признаки – площадь подурочищ в скользящем квадрате.

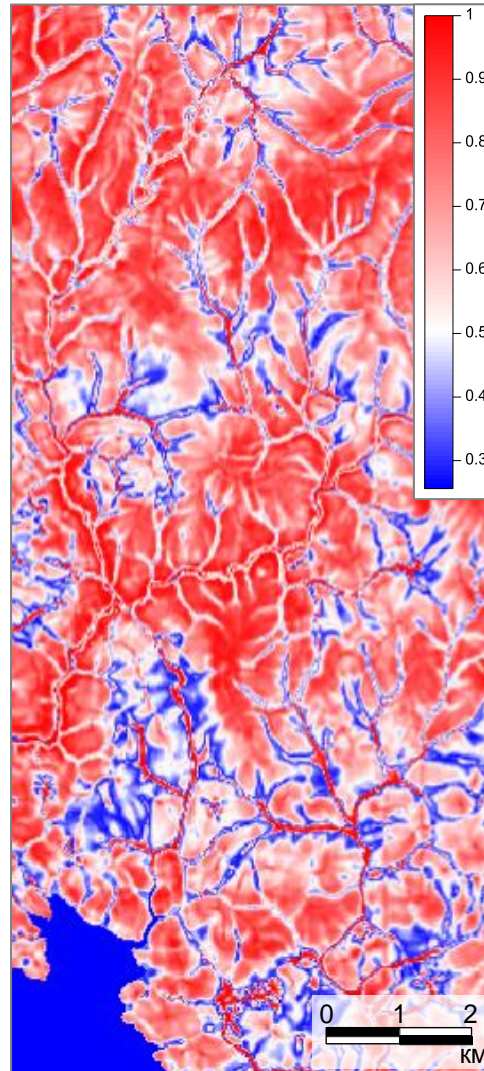
Размер квадрата равен средним линейным размерам структур более высокого иерархического уровня

5. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ и НАДЕЖНОСТЬ

ДОМИНАНТНАЯ
КАТЕГОРИЯ
ОГЛЕЕНИЯ



ВЕРОЯТНОСТЬ
ОДНОЗНАЧНОГО
ПРОГНОЗА



1. КОНТРОЛЬ НАДЕЖНОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
2. «ИТЕРАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ»
3. ЯДРА ТИПИЧНОСТИ vs ЭКОТОННЫХ ОБЛАСТЕЙ

ТЕНДЕНЦИЯ:

**СТРЕМЛЕНИЕ ПОЛУЧИТЬ
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННУЮ
ОЦЕНКУ ИСТОЧНИКОВ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЦК

- **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ХРАНЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЦК (TERRAGIS)**
- **ПРИЛОЖЕНИЕ ЦК** к решению практических задач (социальный заказ, единичные примеры):
- **СТАНДАРТИЗАЦИЯ** результатов ЦК vs **АДАПТАЦИЯ** к конкретным целям и задачам
- Как вести **ДИАЛОГ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ**:
предоставлять доступную информацию (проинтерпретированную) с учетом величины и источника неопределенности ее получения