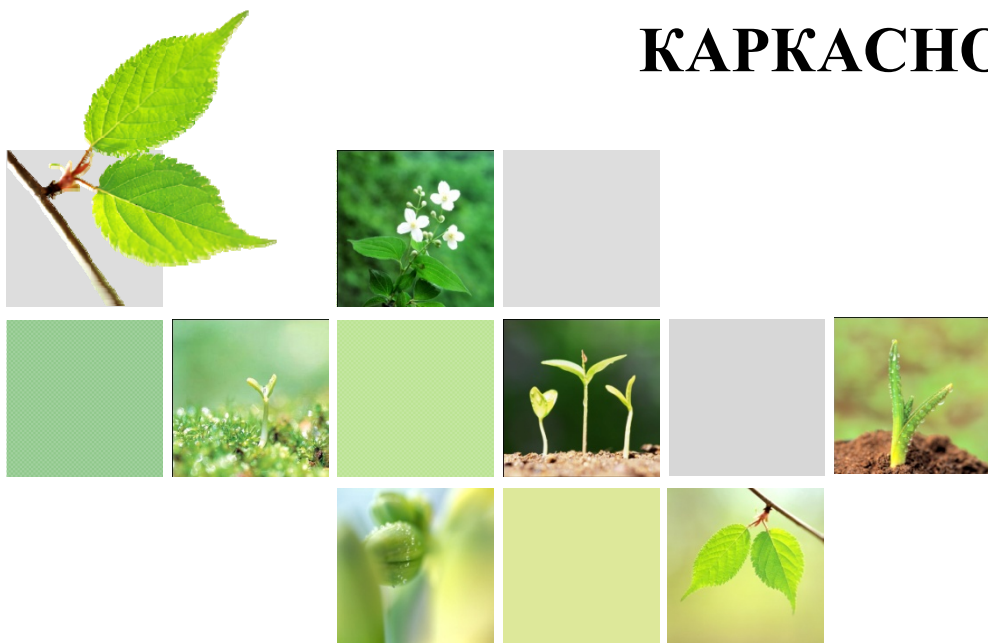


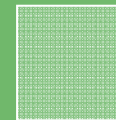
Тверской государственный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ КАРКАСНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ



Кравченко П.Н.,
Доцент кафедры физической
географии и экологии,
ученый секретарь ТвГУ

ЗАЧЕМ?



Антропогенные нагрузки -
серьезные угрозы
биоразнообразию регионов.

Для эффективной географо-экологической оценки территории требуется четкое формальное описание территории и строгие алгоритмические подходы к обработке больших массивов разнообразной геоэкологической информации.

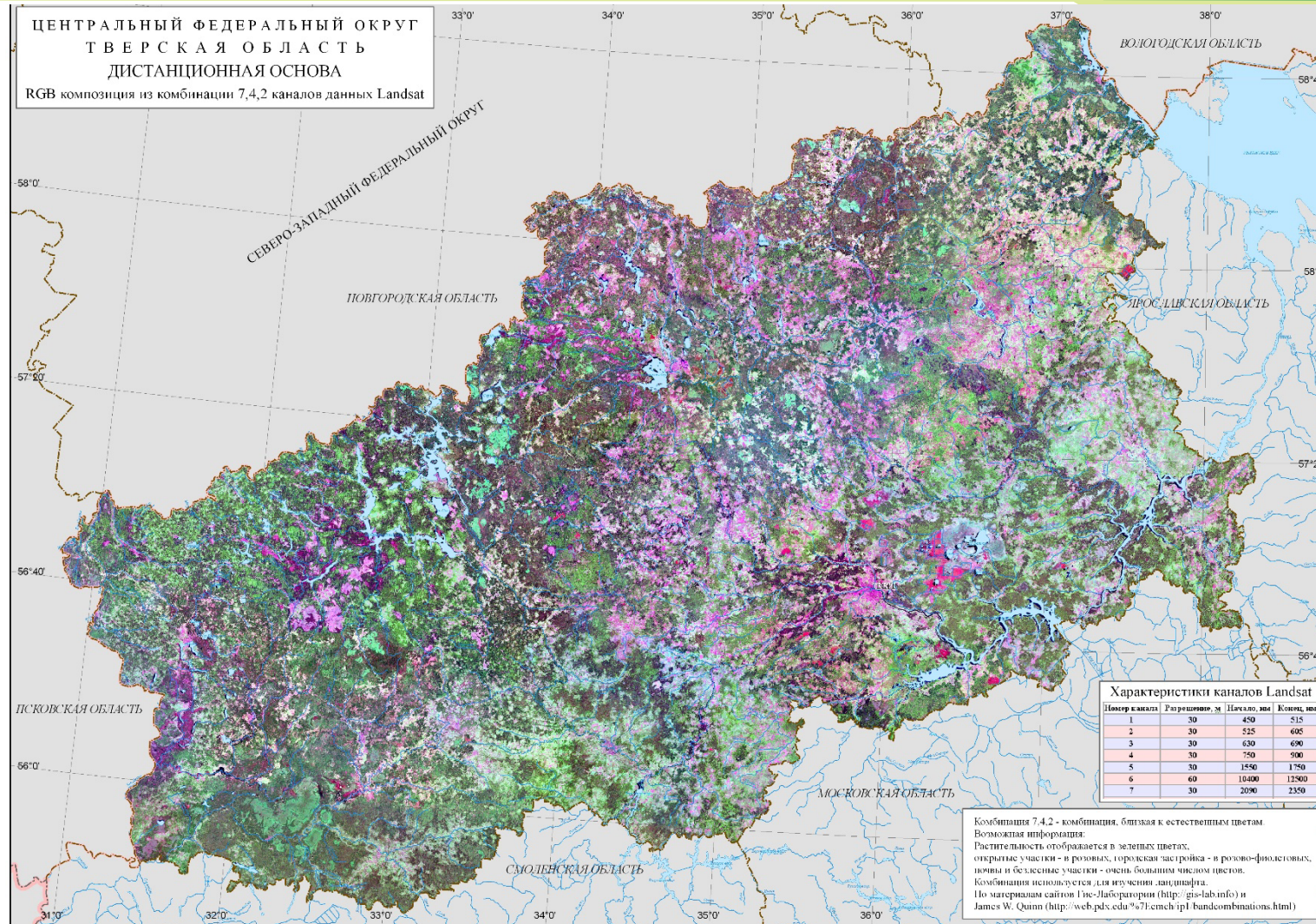
Особо отмечаем необходимость широкого применения указанных формальных описаний и процедур и отсутствие в настоящее время адекватного модельно-методического аппарата поддержки эколого-географической оценки региона в интересах сохранения его биологического разнообразия.



Предметная область



7,4,2



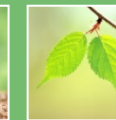
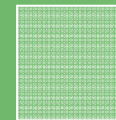
Проекция поперечная Меркатора, смещение по долготу: 7500000,
смещение по широте: 0, центральный меридиан: 39,
масштабный фактор: 1, исходная широта: 0, GCS Плуково, 1942

0 13,5 27 40,5 54 67,5 81 км
в 1 сантиметре 13,5 километров

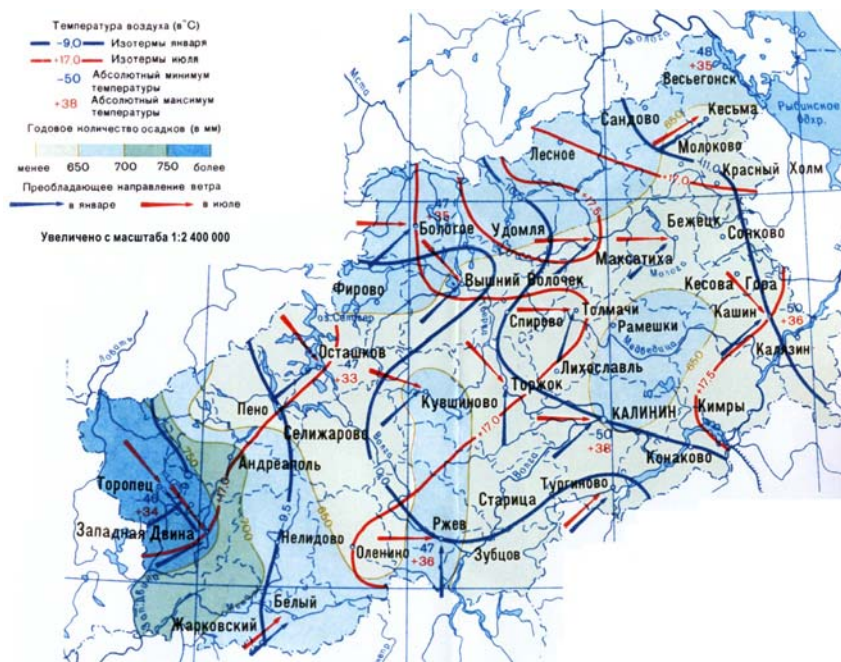
По данным ВСЕГЕИ, 2001



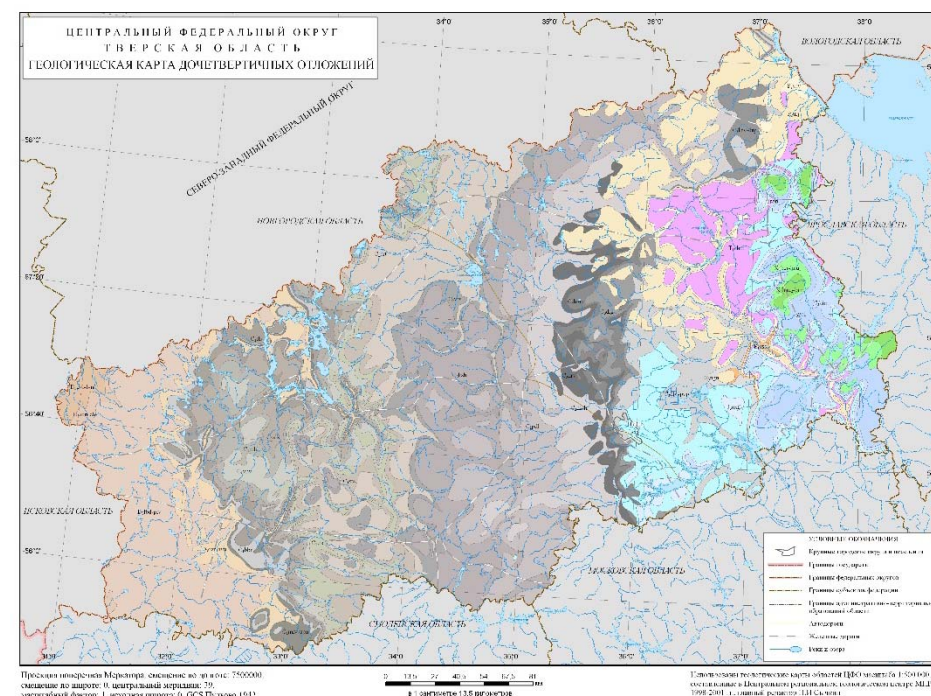
Предметная область



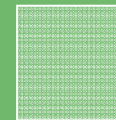
Климатическая карта Тверской области (по Гавеману, 1964)



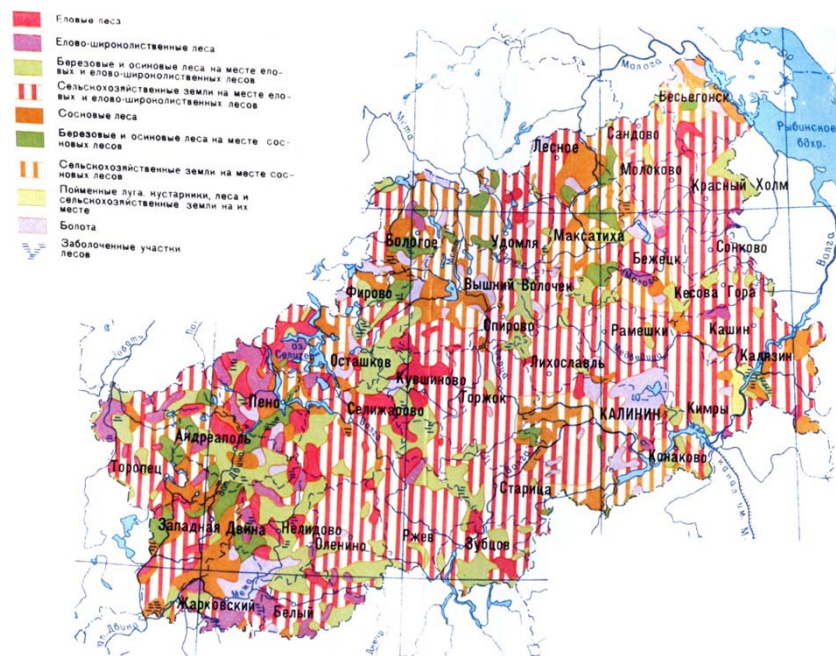
Геологическая карта Дочетвертичных отложений Тверской области (ВСЕГЕИ, Сычкин Н.И., 2001)



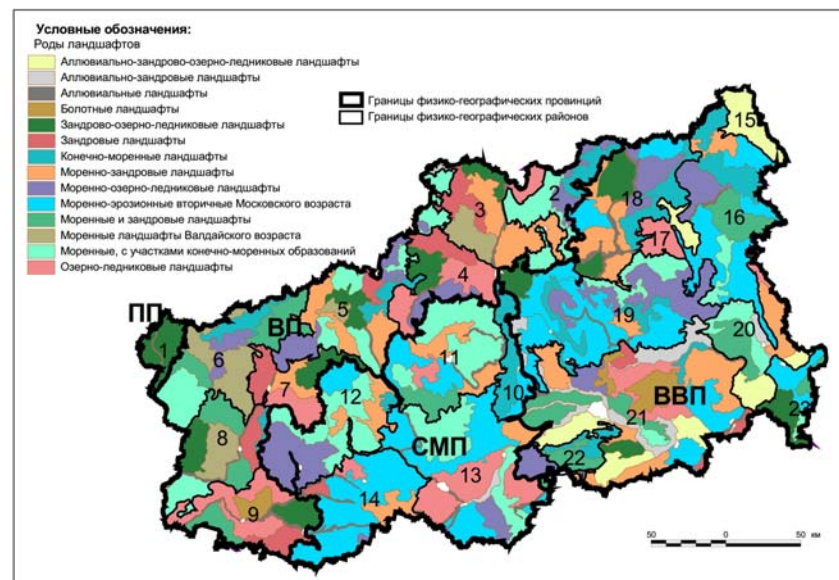
Предметная область



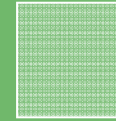
Карта растительности Тверской области (по Гавеману, 1964)



Природные комплексы Тверской области (по Дорофееву, 2004)



Для чего?



Выполнен анализ территории региона Верхневолжья. Установлены факторы, определяющие уникальность региона в географическом, климатическом, экологическом, социоэкономическом, биологическом и других отношениях. На Валдайской возвышенности находятся истоки Волги, Западной Двины (Даугавы) и рек бассейна Невы и Днепра, природные экосистемы области – основной источник питьевого водоснабжения Московской агломерации.

Факторы формирования природного разнообразия

- межзональное расположение (от темнохвойной тайги до широколиственных лесов с массивами верховых болот и фрагментами остепненных лугов),
- сложный разновозрастной рельеф (здесь проходит граница Валдайского оледенения), природные достопримечательности,
- географическое положение между Москвой и Санкт-Петербургом
- статус хранилища биоразнообразия, «экологического зонтика» Москвы и узлового участка экологического каркаса Центра Русской равнины.
- большое количество стратегических коммуникаций (водные, железнодорожные, автомобильные и линейные трубопроводы),
- наличие в регионе (как международных так и внутрироссийских) объектов оборонной инфраструктуры и атомной энергетики, рекреация и политическая активность высших должностных лиц государства.



КАК?

Состояние природной среды Тверской области:

- климат,
- рельеф,
- геологическое строение,
- почвы,
- гидрография,
- растительность,
- животный мир,
- природные комплексы.

ТРЕБОВАНИЯ по сохранению биологического разнообразия природы региона:

- снижение антропогенной нагрузки,
- поддержание экосистем в условиях, отвечающих за «стазисность» аборигенных видов,
- регуляция численности инвазивных видов и видов-интродуцентов,
- законодательное закрепление охраны биоразнообразия на региональном уровне,
- эколого-просветительская деятельность на территориях с высоким индексом биоразнообразия,
- формирование территорий с высоким природоохранным статусом,
- интродукция и последовательная репатриация исчезающих видов.

Существующие подходы и методы выполнения геоэкологической оценки

Региональные угрозы биоразнообразию:

- утрата (фрагментация) естественных местообитаний,
- загрязнение среды обитания видов,
- высокая антропогенная активность,
- дисбаланс использования биоресурсов,
- экспансия чужеродных видов,
- проблемы ТБО,
- низкая геоэкологическая культура,
- недостатки регионального менеджмента,
- отрицательная динамика природного капитала.

Цель: формирование аппарата геоэкомоделирования в интересах геоэкологической поддержки задач сохранения редких видов живой природы Верхневолжья.

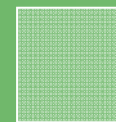
Задачи исследования:

Общая: разработка подходов, геоэкомоделей и методов описания и экологической оценки состояния региона (на примере Тверской области) для поддержки индекса биоразнообразия исследуемой (модельной) территории.

Частные задачи:

- Анализ предметной области оценки состояния живой природы, экологического состояния окружающей обстановки Тверской области.
- Разработка подходов к выполнению эколого-географической оценки территории Тверского региона для поддержания его биоразнообразия.
- Оценка существующих угроз биологическому разнообразию на изучаемой территории.
- Разработка системы моделей для территориального представления экологической ситуации в регионе, опасных (вредных, негативных, нежелательных) факторов, описания, формирования, вычисления и пространственного отображения частных и обобщенной эколого-географических оценок.
- Разработка системы методов выполнения территориальной эколого-географической оценки региона на основе исследованной системы геоэкологических моделей.
- Выработка практических рекомендаций по использованию полученных результатов.

Концепция моделирования геоэкологического пространства в интересах сохранения биоразнообразия.

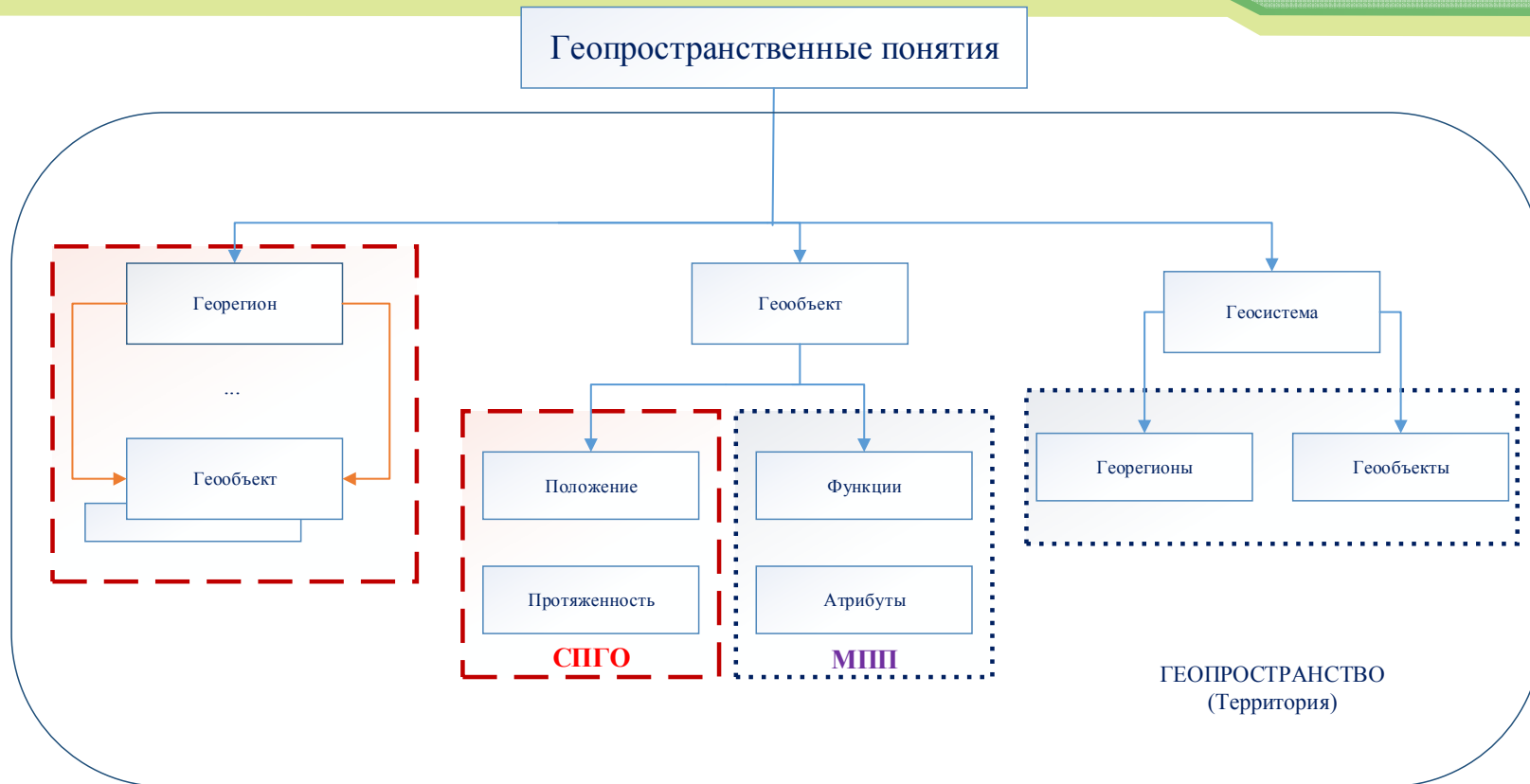


Геопространственные понятия и категории

Базовые понятия	Производные понятия
Местность, поверхность Земли (ПЗ)	Геопространство (пространство территориальной активности – ПТА)
	Геообъект – ГО (функциональный геообъект)
Объект на ПЗ	Собственное пространство геообъекта (СПГО)
	Георегион (георегион функциональных действий)
Отношения пространственной упорядоченности (ОПУ)	Геосистема (функциональная геосистема, территориальная система активности)
	Пространственный процесс
Отношения содержательной упорядоченности (ОСУ)	Модели геоструктур
	Геоинформационные методы создания и использования ГИ
Операции над объектами (геообъектами)	Многомерное пространство признаков ГО (МПП)



Концепция моделирования геоэкологического пространства в интересах сохранения биоразнообразия.



Отношения: пространственной упорядоченности

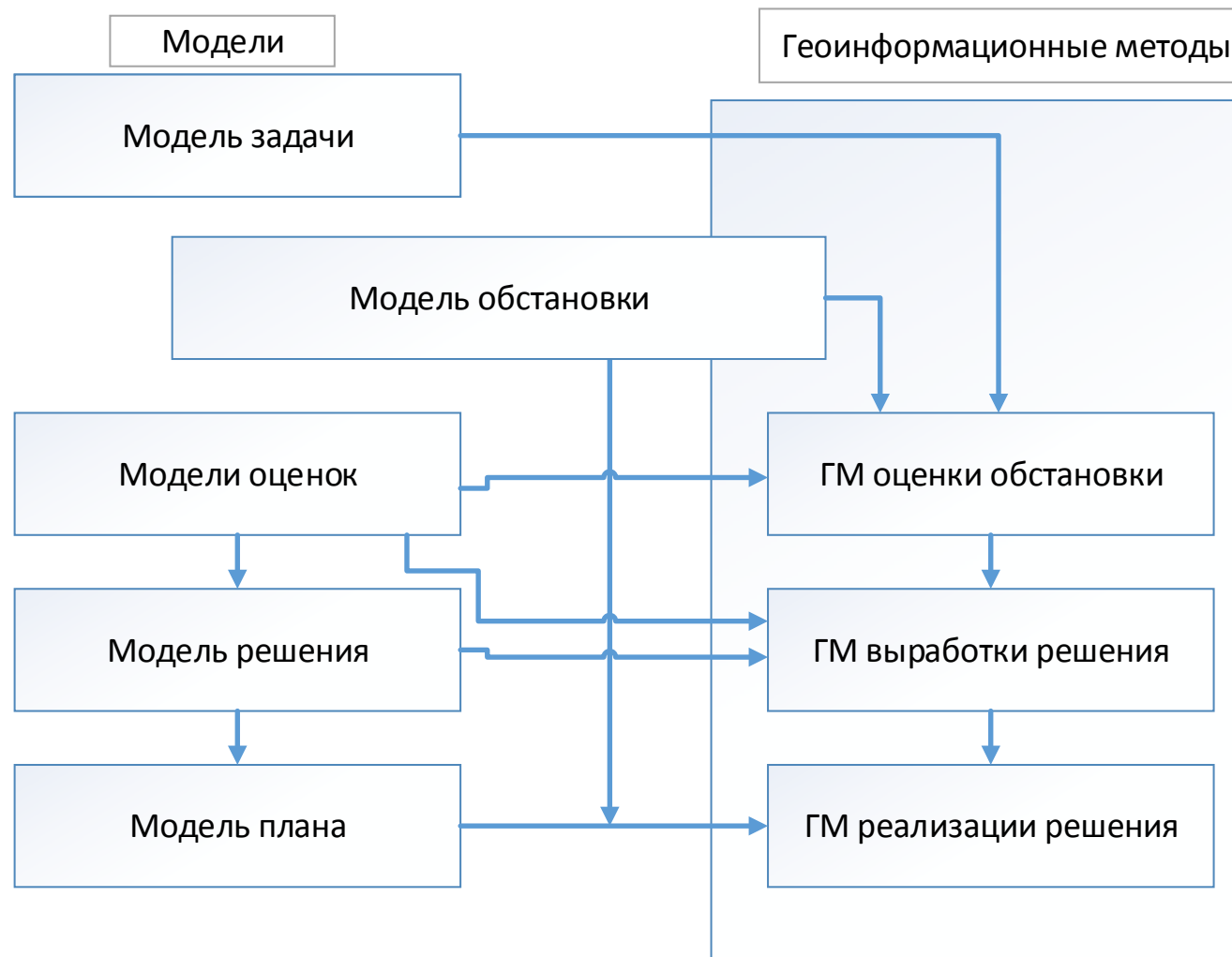
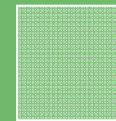
содержательной упорядоченности

Структура основных геопространственных понятий и категорий:

МПП – многомерное пространство признаков; СПГО – собственное пространство геобъекта



Концепция моделирования геоэкологического пространства в интересах сохранения биоразнообразия.



Система геокибернетического моделирования

Базовая геоэкологическая каркасная модель представления и оценки природных резерватов биологического разнообразия региона (применительно к территории Тверской области).

Геопространственное структурирование экологической ситуации региона

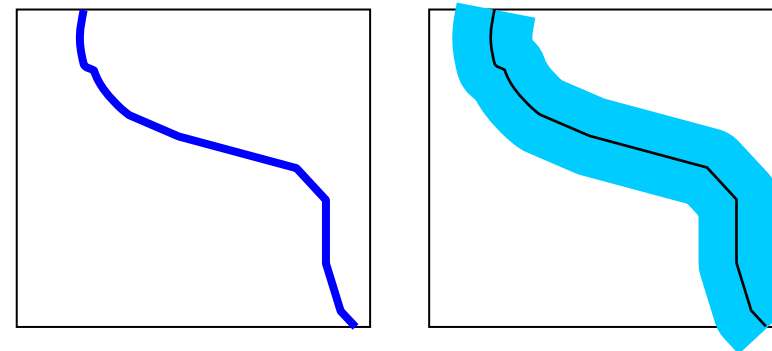


Экологический базис территории (ЭБТ).

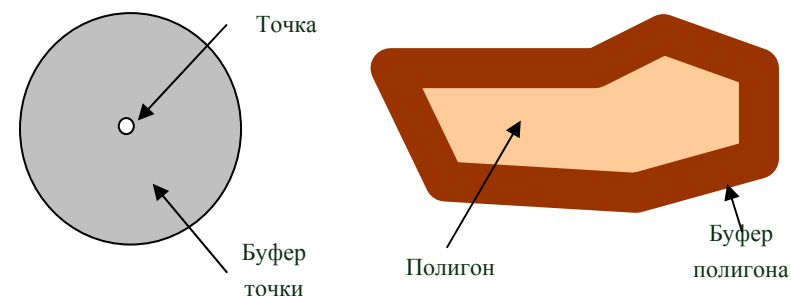
Включает все основные компоненты экологической обстановки региона – опасные объекты, защитные зоны, коридоры миграции, охраняемые территории, обособленные урбанистические образования и т.д.

Базис включает следующие общие топологические конструкции геопространства:

- площадные элементы – территориальные районы, полигоны, ареалы, зоны и другие различные области;
- линейные элементы – вытянутые по территории кривые или прямые линии определенной ширины – некие коридоры, проходы или пути перемещения по реальной Земле;
- точечные элементы – геоэкологические объекты, отображаемые точкой в масштабе конкретного геоизображения (карты), или объекты геоэкопространства, чье собственное пространство является точкой (описывается координатами точки геопространства);
- буферные зоны – классические с точки зрения теоретической и прикладной геоинформатики буферы точечных, линейных или площадных объектов



Буфер линейного объекта: а - река; б - река с буфером



Буферы точечных и площадных геообъектов





Пространственно-содержательная интерпретация экологического базиса региона определяет следующий функционально полный набор компонентов каркаса:

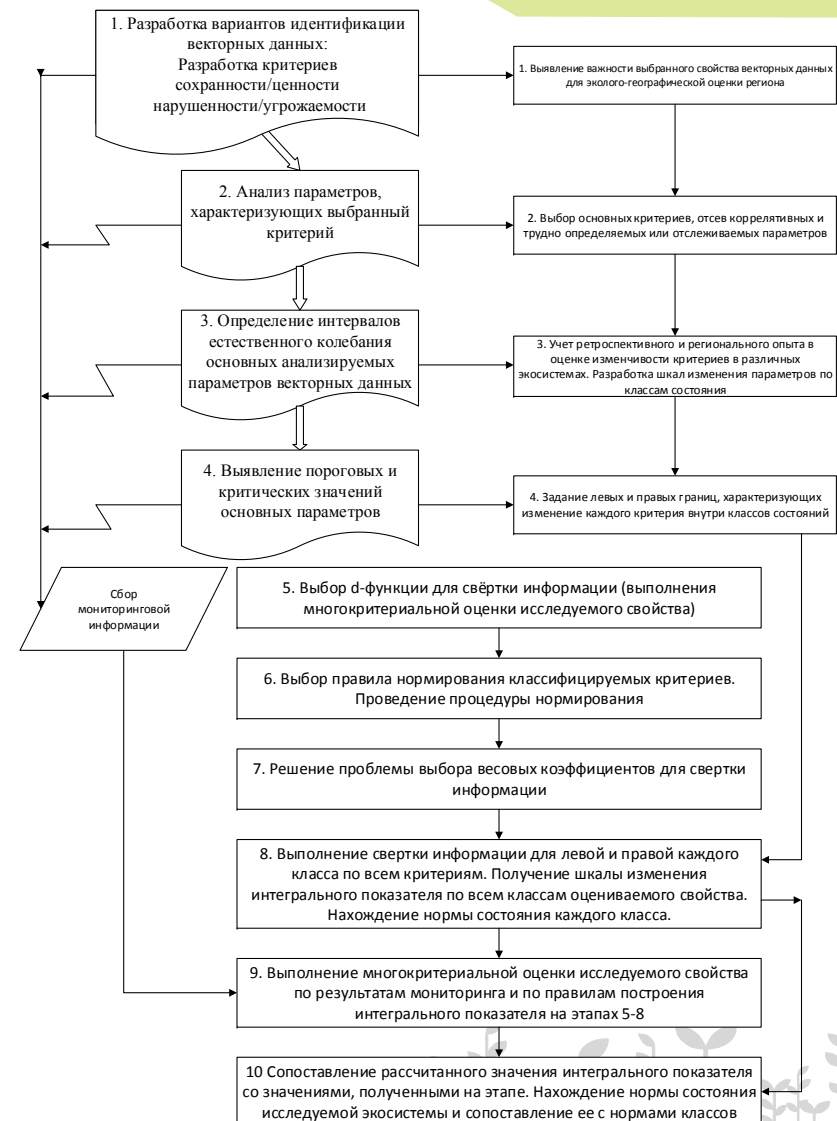
- а) базовые (узловые) объекты экологической обстановки региона – то, что и составляет содержательную суть системы обеспечения и охраны биоразнообразия территории;
- б) различные охранные, буферные, рекреационные и защитные зоны;
- с) территориальные связи между базовыми элементами экосети.



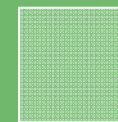
МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



При дополнении и модификации методического подхода Дмитриева В.В. И Фрумина Г.Т., нами были использованы следующие процедуры: выполнена замена параметров территории общими параметрами для оценки экологической безопасности и устойчивости геоэкообъектов. В рамках данной модификации нами был предложен ряд критериев, отвечающих требованиям сохранности / ценности и нарушенности / угрожаемости территории, что объясняет определение нами методического аппарата.

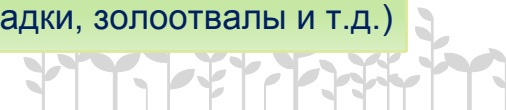


МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

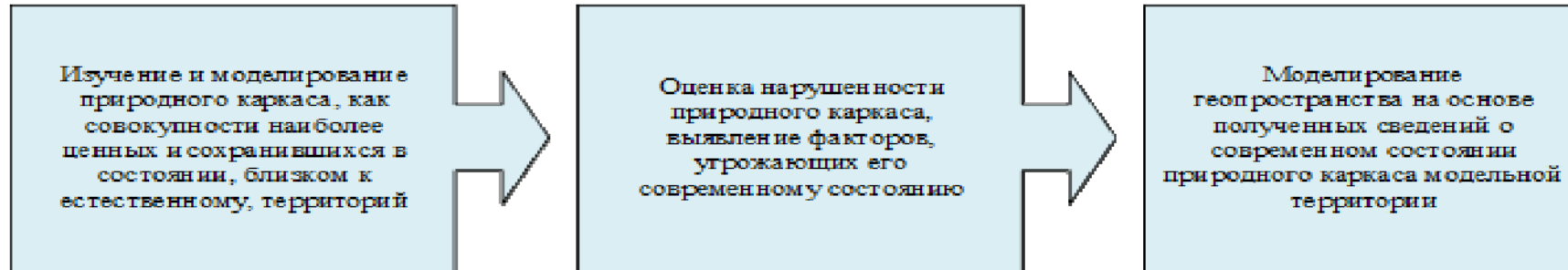


Критерии, используемые при идентификации грид-данных

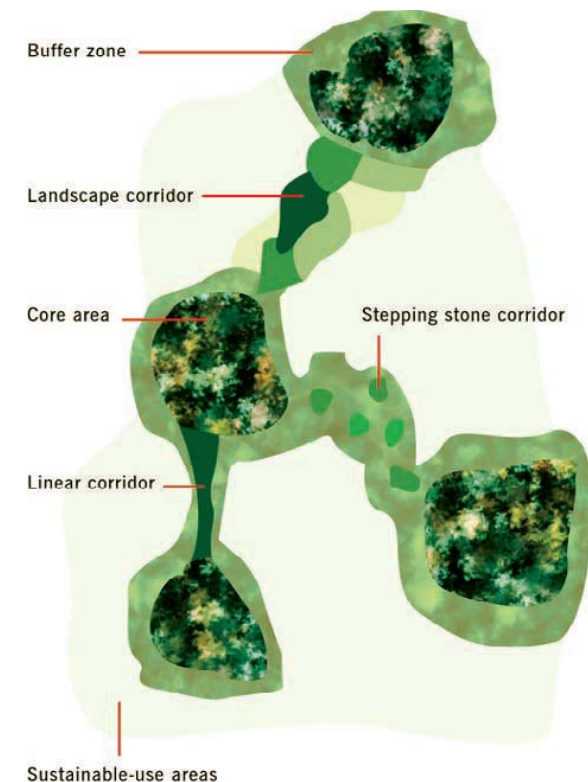
Критерии сохранности / ценности	Критерии нарушенности / угрожаемости
Территория (акватория) относится к категориям ООПТ	Территории крупных населенных пунктов
Территория входит в модель каркаса центра Русской равнины	Земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности, транспорта и связи
Территория относится к зонам концентрации редких видов	На территории присутствуют автомобильные дороги федерального и регионального значения, железные дороги
Территория залесенная, относится к государственному лесному фонду;	На территории присутствуют линейные инженерные сооружения (ЛЭП, газопроводы)
На территории присутствуют крупные болотные массивы;	На территории ведутся торфоразработки
На территории присутствуют основные объекты гидрографической сети	На территории располагаются источники негативного воздействия (промышленные предприятия, свалки ТБО и промышленных отходов, иловые площадки, золоотвалы и т.д.)



МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



Блок-схема моделирования геопространства



Блок-схема экологической сети (каркаса), по Bennet

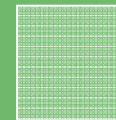
Source: G. Bennett and Kalemani Jo Mulongoy, Review Of Experience With Ecological Networks, Corridors And Buffer Zones, CBD Technical Series No. 23, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, March 2006



Исследована геоэкологическая каркасная (базисная) модель представления и оценки природных резерватов биологического разнообразия региона (применительно к территории Тверской области), которая отличается переходом от каркасного представления экоситуации к экологическому базису территории, включающему ряд оригинальных пространственных категорий (инверсный узел, рекреационный потенциал, линия территориальной нагрузки, терминальный рубеж и др.). Это обеспечивает активность данных экологической обстановки, адекватность реальных территориальных явлений их отображению в сценариях региональных экологических процессов.



МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



Варианты построения грид-сети (участок)

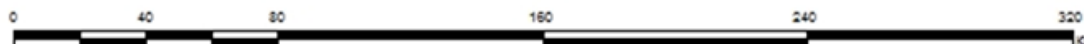
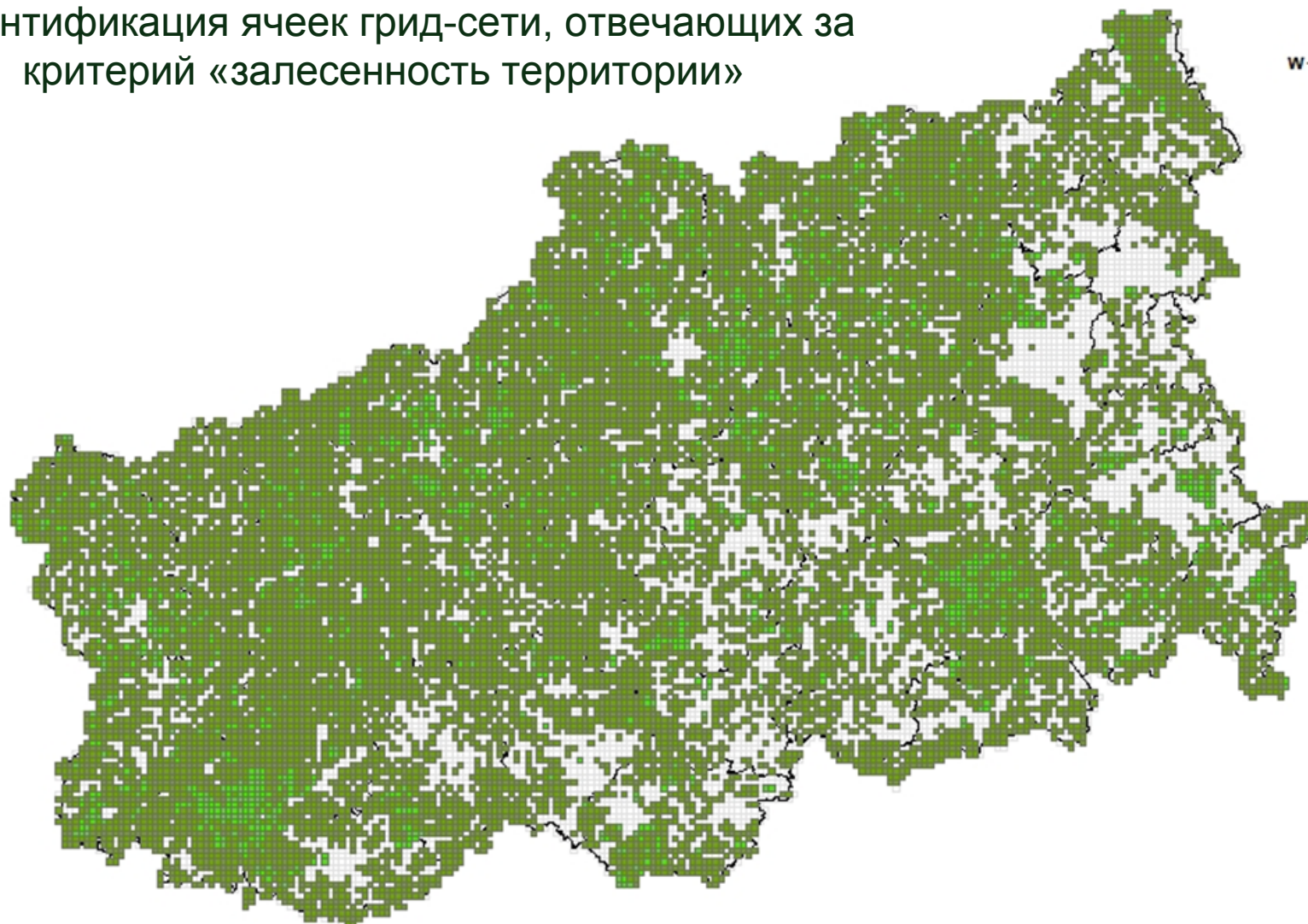
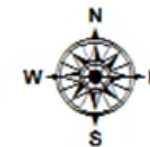


X

ID	LABEL	SVALKI	PROM PRED	OOPT REG	BOLOTA	KK MESTOOB	KK ZNACHIM	OOPT FEDER	TEC	LEP	N PROVOD	G PROVOD	ZH D	A DOR FED	A DOR REG	REK
1136	45-114	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1136	45-115	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1136	45-116	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1136	45-117	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1136	45-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1136	45-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-112	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-113	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-114	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-115	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-116	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-117	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1161	46-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1162	46-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1162	46-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-111	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-112	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-113	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-114	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-115	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-116	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-117	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1186	47-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1187	47-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1187	47-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1210	48-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-111	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-112	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-113	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-114	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-115	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	48-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1212	48-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1212	48-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1212	48-122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1235	49-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1235	49-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1235	49-103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1235	49-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

 (0 из 21802 Выбранные)

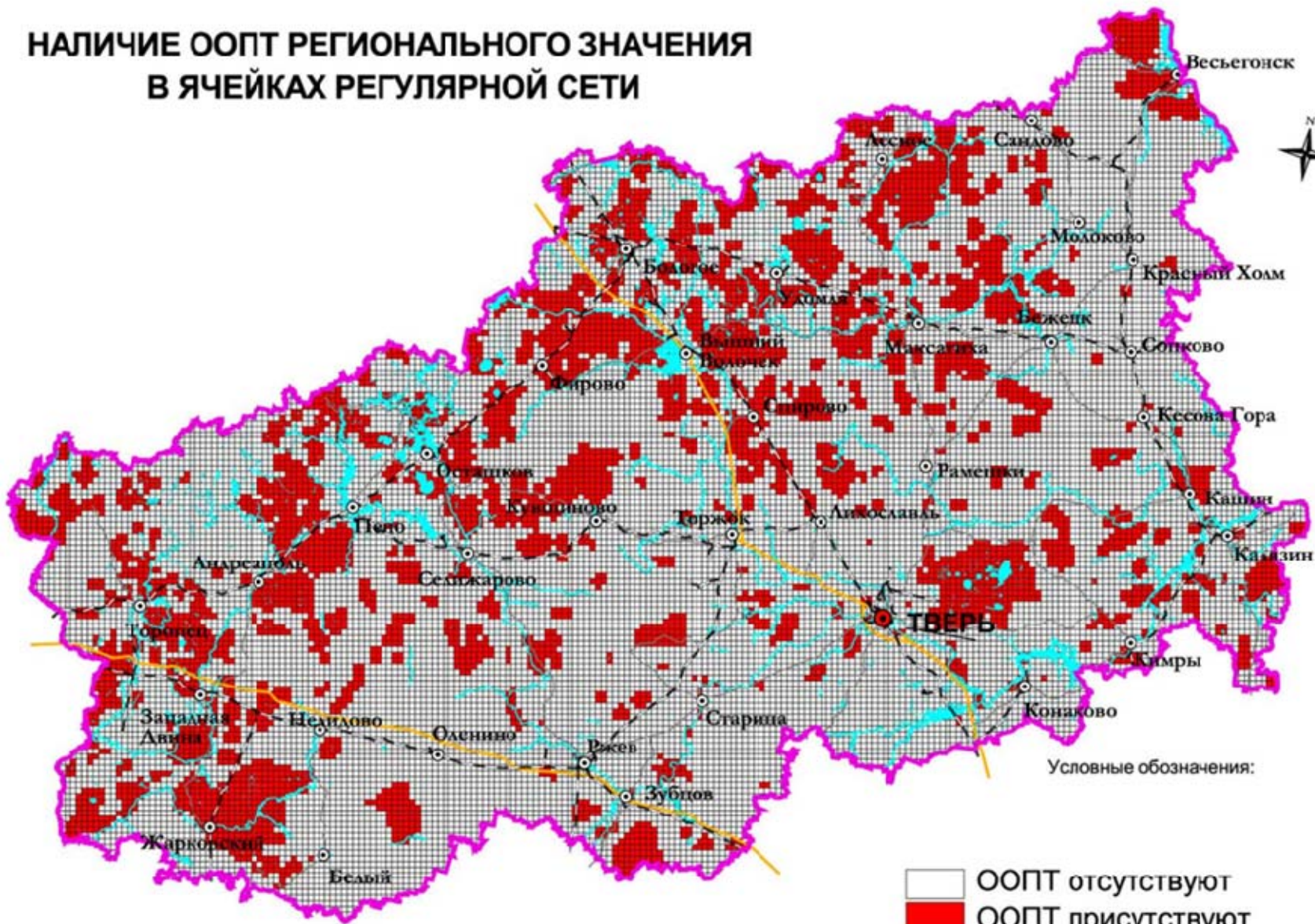
Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий «залесенность территории»



■ Леса

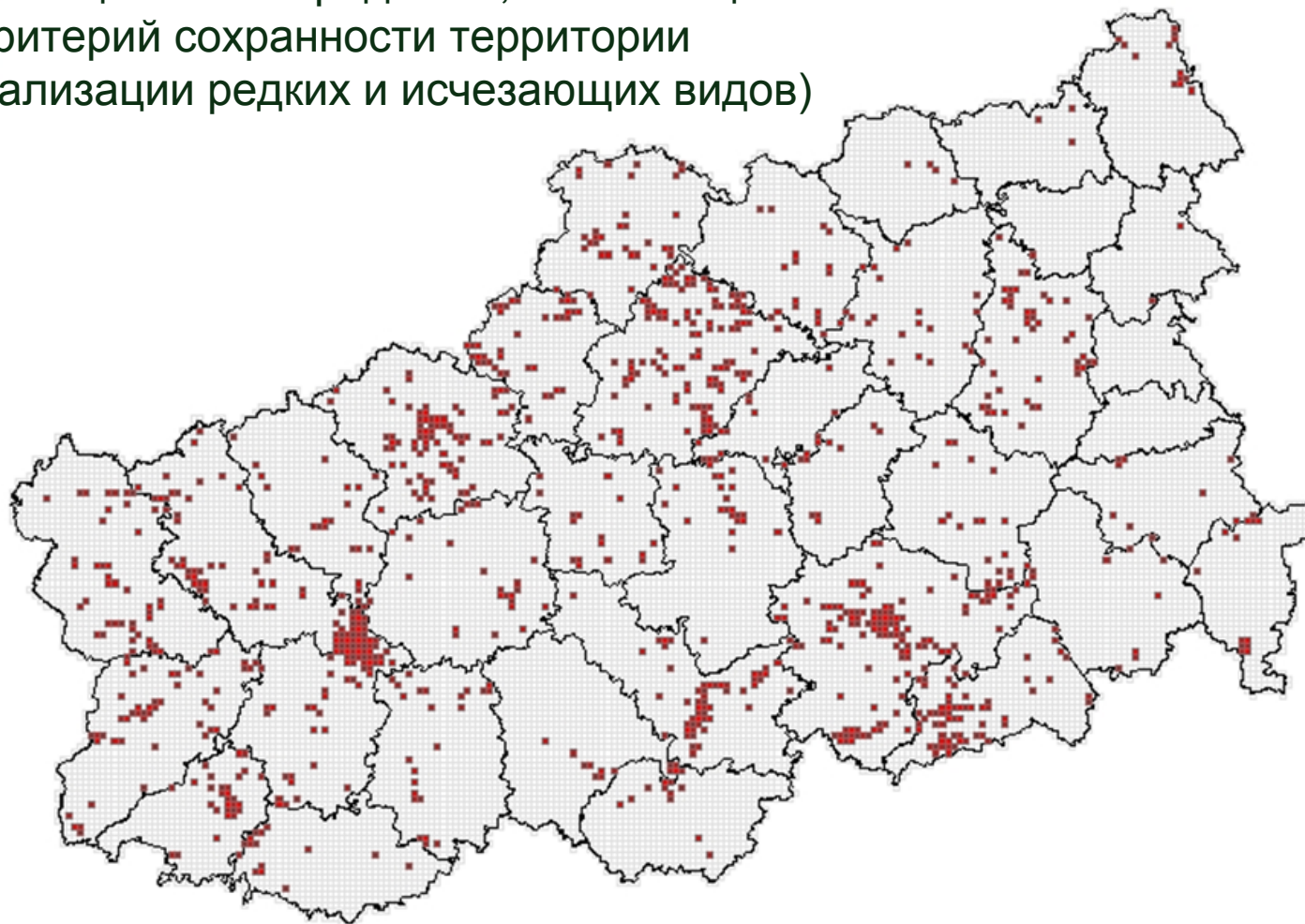
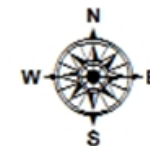
Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

НАЛИЧИЕ ООПТ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ В ЯЧЕЙКАХ РЕГУЛЯРНОЙ СЕТИ



50 0 50 100 км

Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории (по локализации редких и исчезающих видов)



■ Локализация редких и исчезающих видов

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



На основании свертки всей полученной и обработанной нами информации мы получаем данные о сохранности природного каркаса

Показатели ценности природного каркаса мы рассчитывали по формуле, отражающей все показатели сохранности территории:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k_n} \quad N \in [0;1]$$

где N – показатель сохранности природного каркаса;

n_i – критерий сохранности/ценности территории;

k_n – число критериев сохранности/ценности.

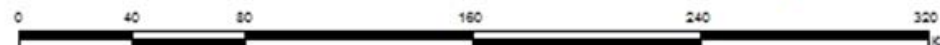


СОХРАННОСТЬ ПРИРОДНОГО КАРКАСА



50 0 50 100 км

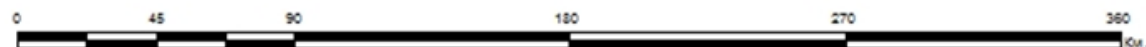
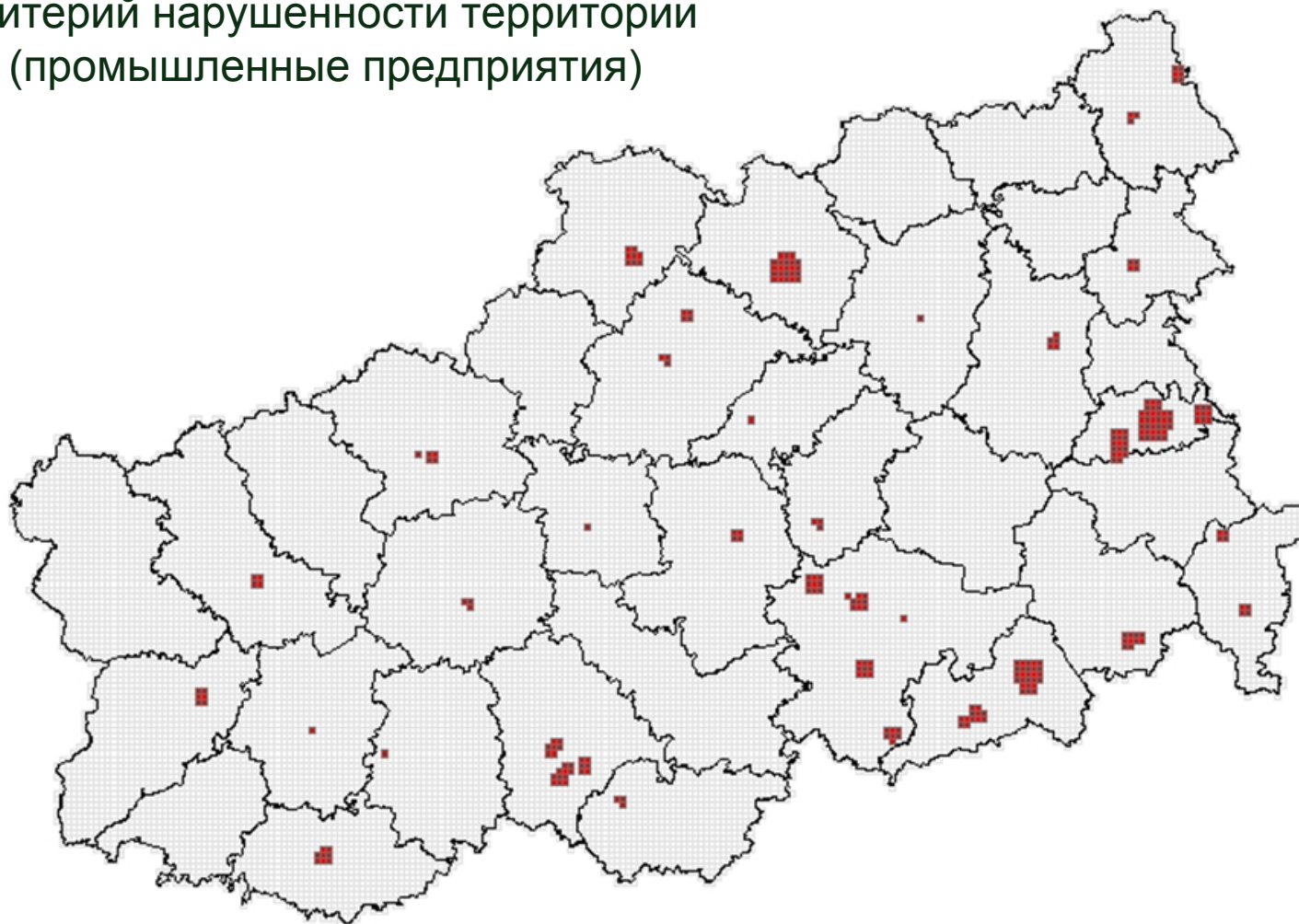
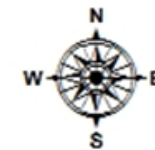
Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (линии электропередач)



 ЛЭП

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

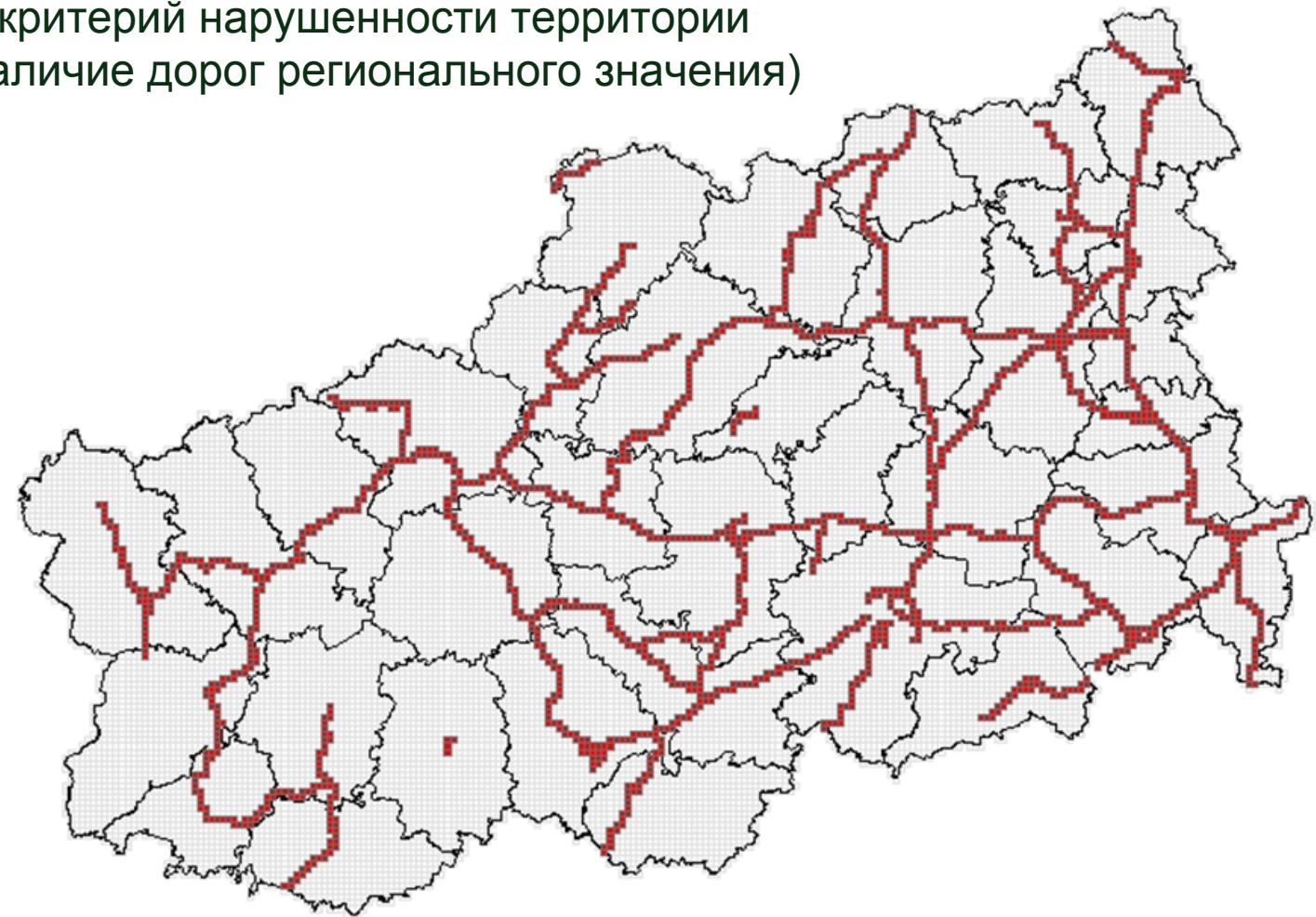
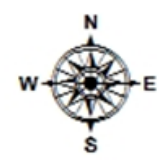
Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (промышленные предприятия)



■ Промышленные предприятия

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

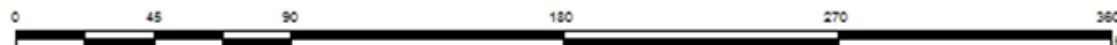
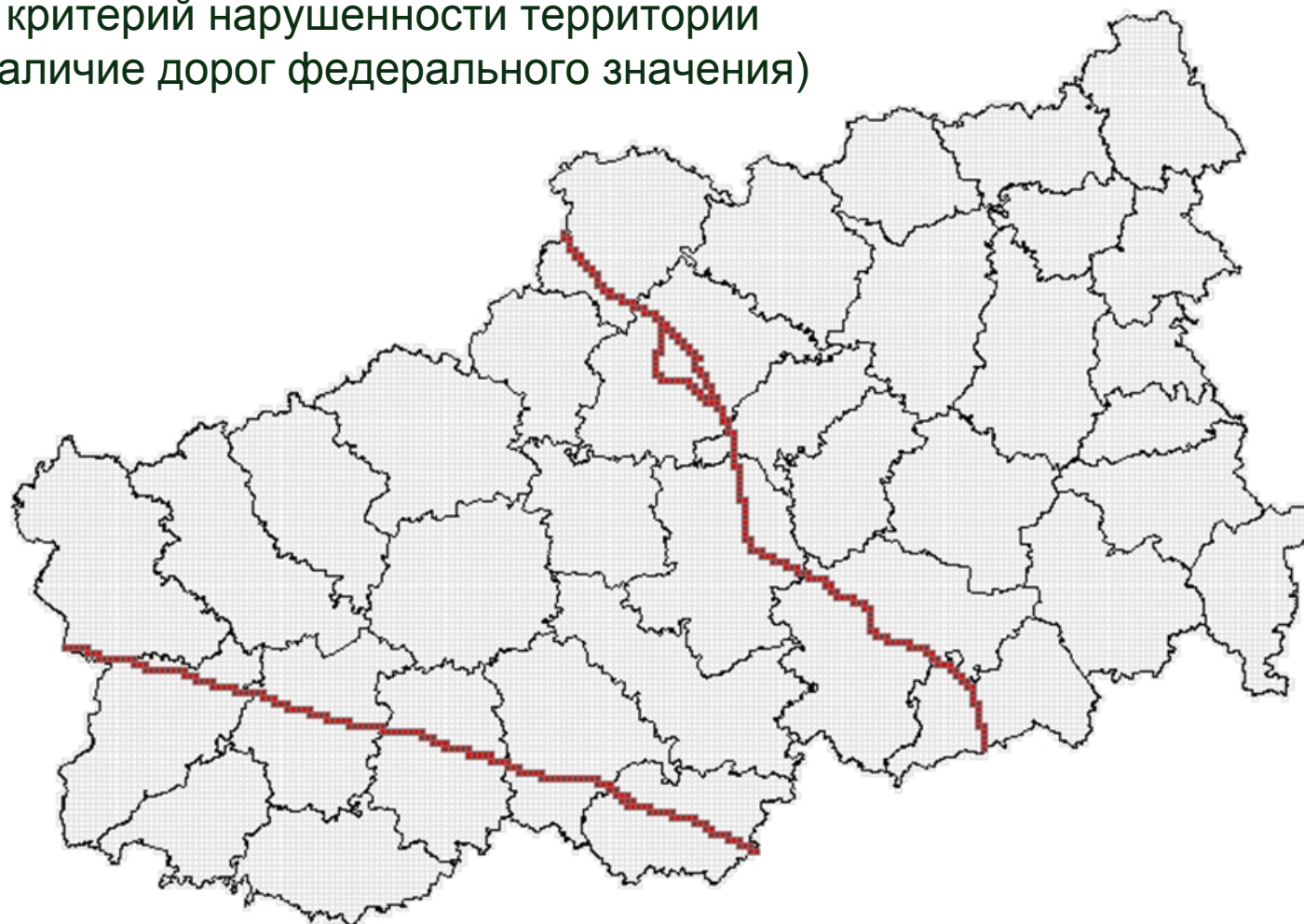
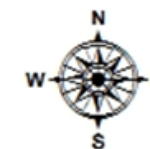
Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (наличие дорог регионального значения)




■ Автомобильные дороги регионального значения

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

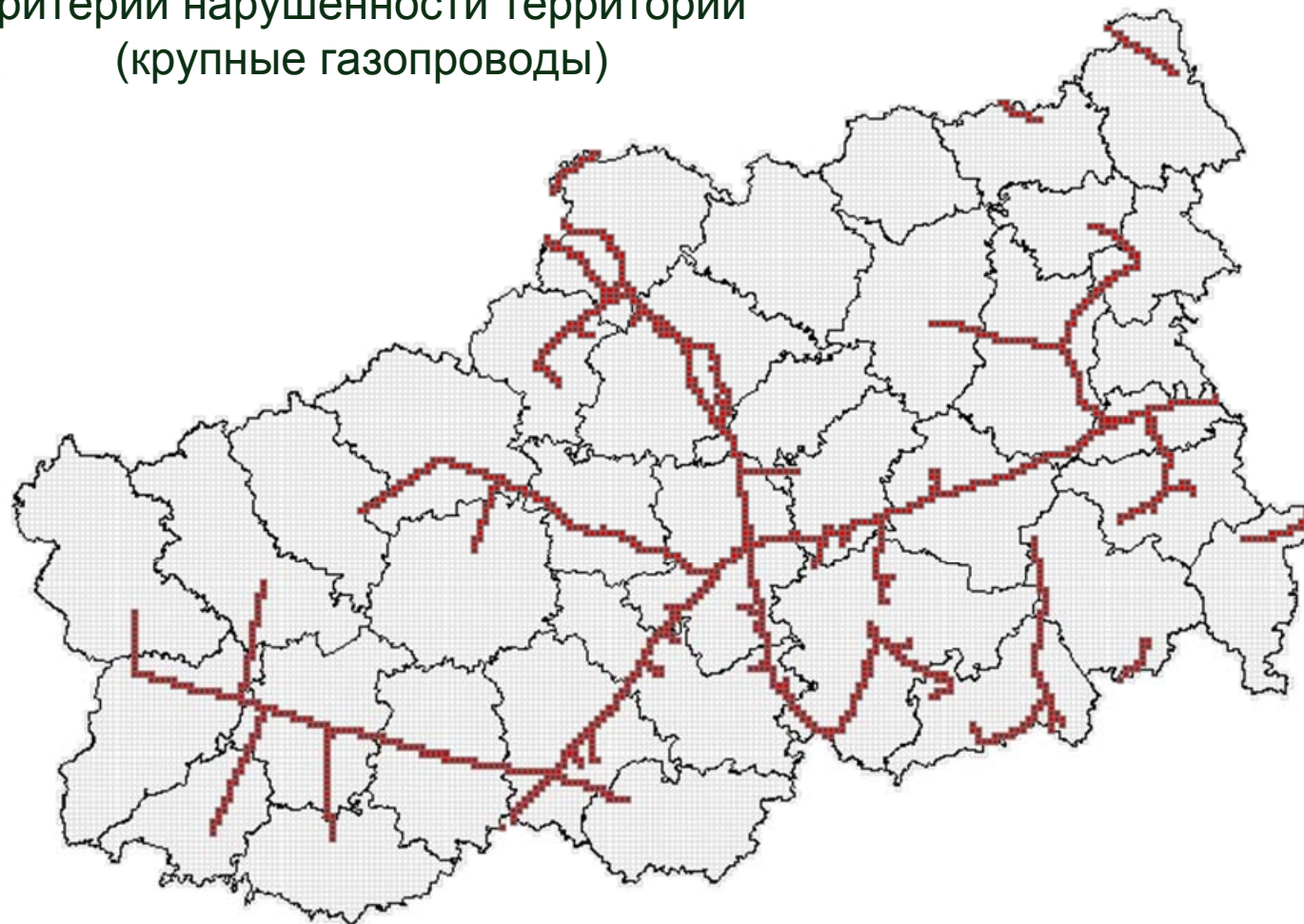
Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (наличие дорог федерального значения)




 Автомобильные дороги федерального значения

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

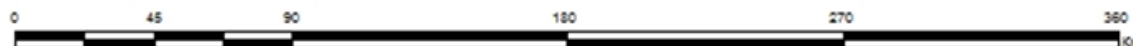
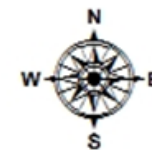
Идентификация ячеек
грид-сети, отвечающих за
критерий нарушенности территории
(крупные газопроводы)



 Крупные газопроводы

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В









Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (железные дороги)



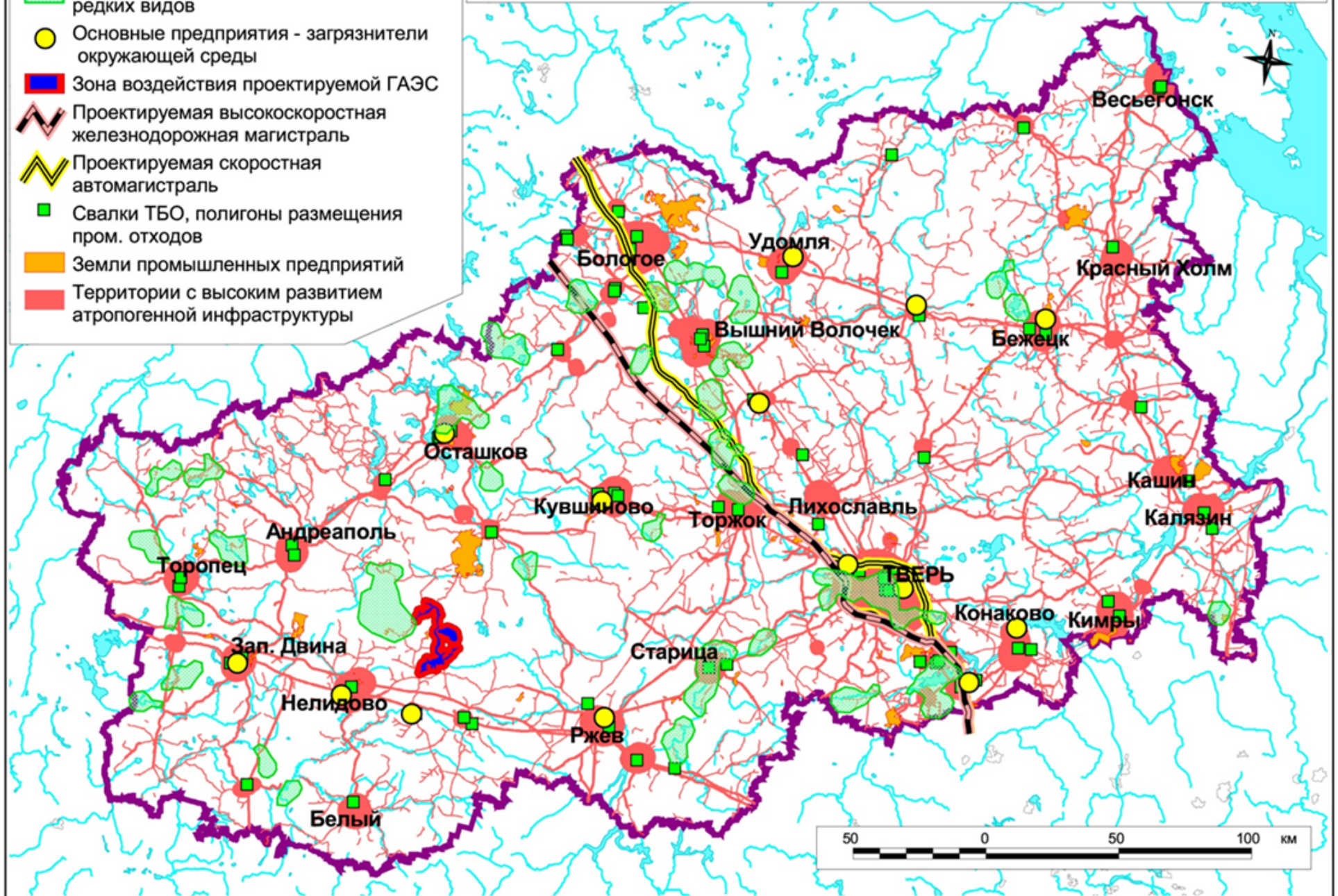
Железные дороги

Система координат: Albers Europe
Центральный меридиан: 45°0'0"В

Условные обозначения:

-  Территории наибольшей концентрации редких видов
-  Основные предприятия - загрязнители окружающей среды
-  Зона воздействия проектируемой ГАЭС
-  Проектируемая высокоскоростная железнодорожная магистраль
-  Проектируемая скоростная автомагистраль
-  Свалки ТБО, полигоны размещения пром. отходов
-  Земли промышленных предприятий
-  Территории с высоким развитием атропогенной инфраструктуры

Ареалы высоких угроз биологическому разнообразию Тверской области



МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



Далее мы проводили анализ совокупности критериев нарушенности / угрожаемости природного каркаса, при наложении всех слоев и проведении свертки информации по формуле

$$D = \frac{\sum_{j=1}^l d_j}{l_d} \quad D \in [0;1]$$

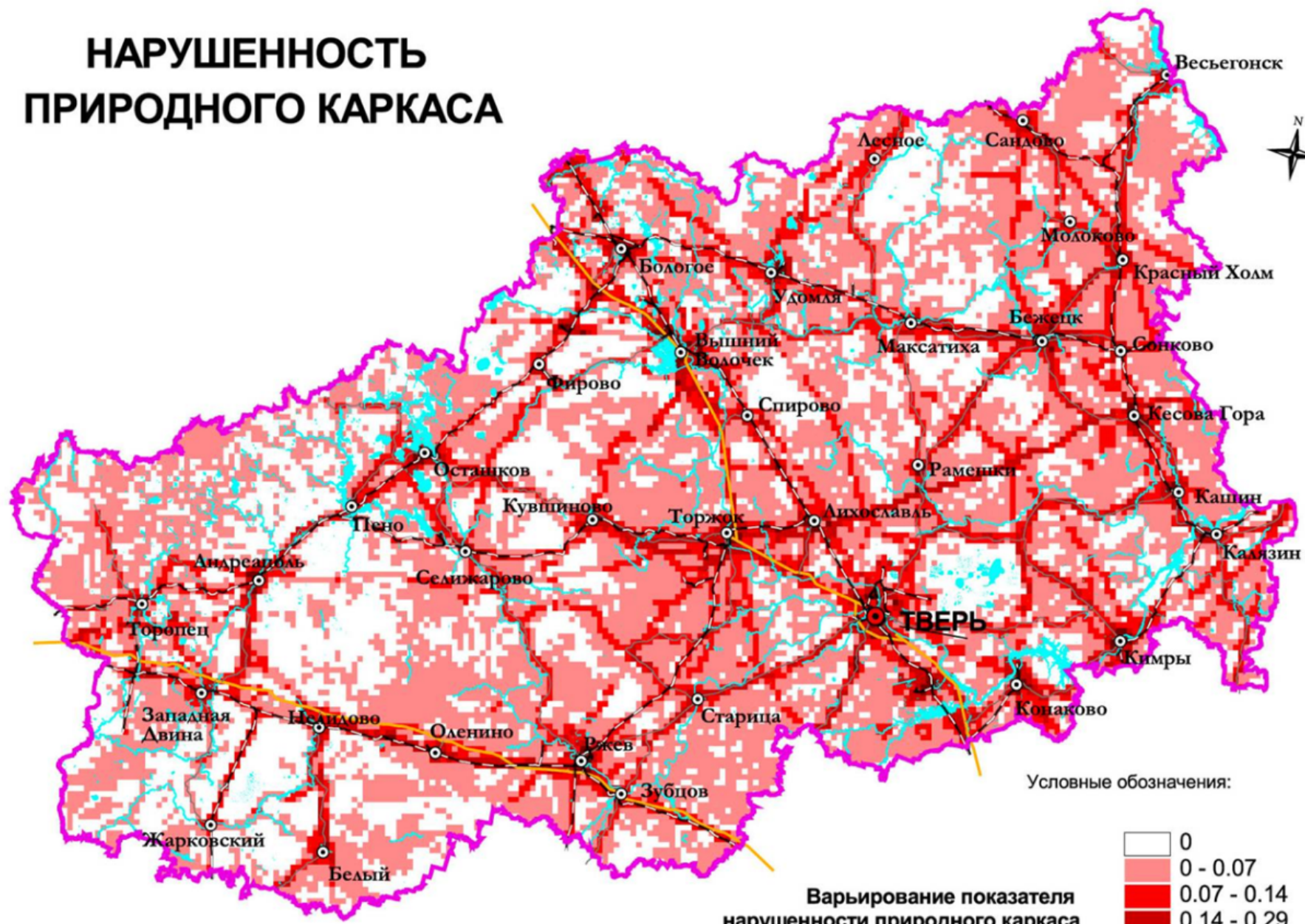
где D – интегральный показатель нарушенности природно-экологического каркаса;

d_j – критерий нарушенности территории;

l_d – общее число используемых критериев нарушенности



НАРУШЕННОСТЬ ПРИРОДНОГО КАРКАСА



50 0 50 100 км

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ



В итоге, после выявления особенностей и визуализации каждого из исследуемых нами слоев, мы произвели их наложение друг на друга. Но так как слияние всех слоев в один требует особой тщательности в построении логики обработки и выбора связующих коэффициентов, мы применили к итоговой модели геоэкологического каркаса интегральный показатель сохранности экологического каркаса (1), который был упомянут в предыдущей главе и являющийся по сути d-функцией для свертки информации.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k_n} - \frac{\sum_{j=1}^l d_j}{l_d} \quad N \in [-1; 1]$$

Где N – интегральный показатель сохранности природно-экологического каркаса;

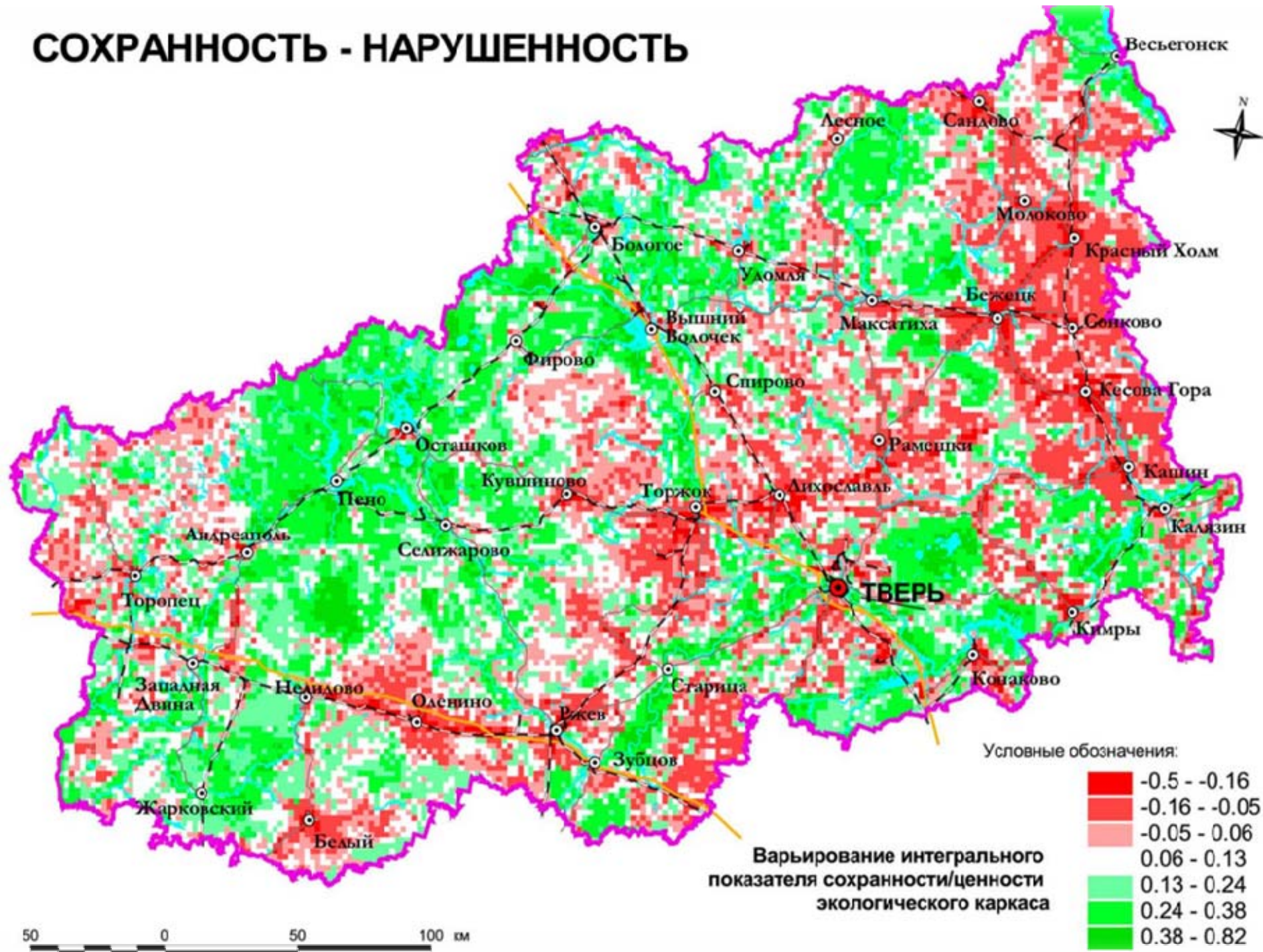
n_i – критерий сохранности/ценности территории,

d_j – критерий нарушенности территории;

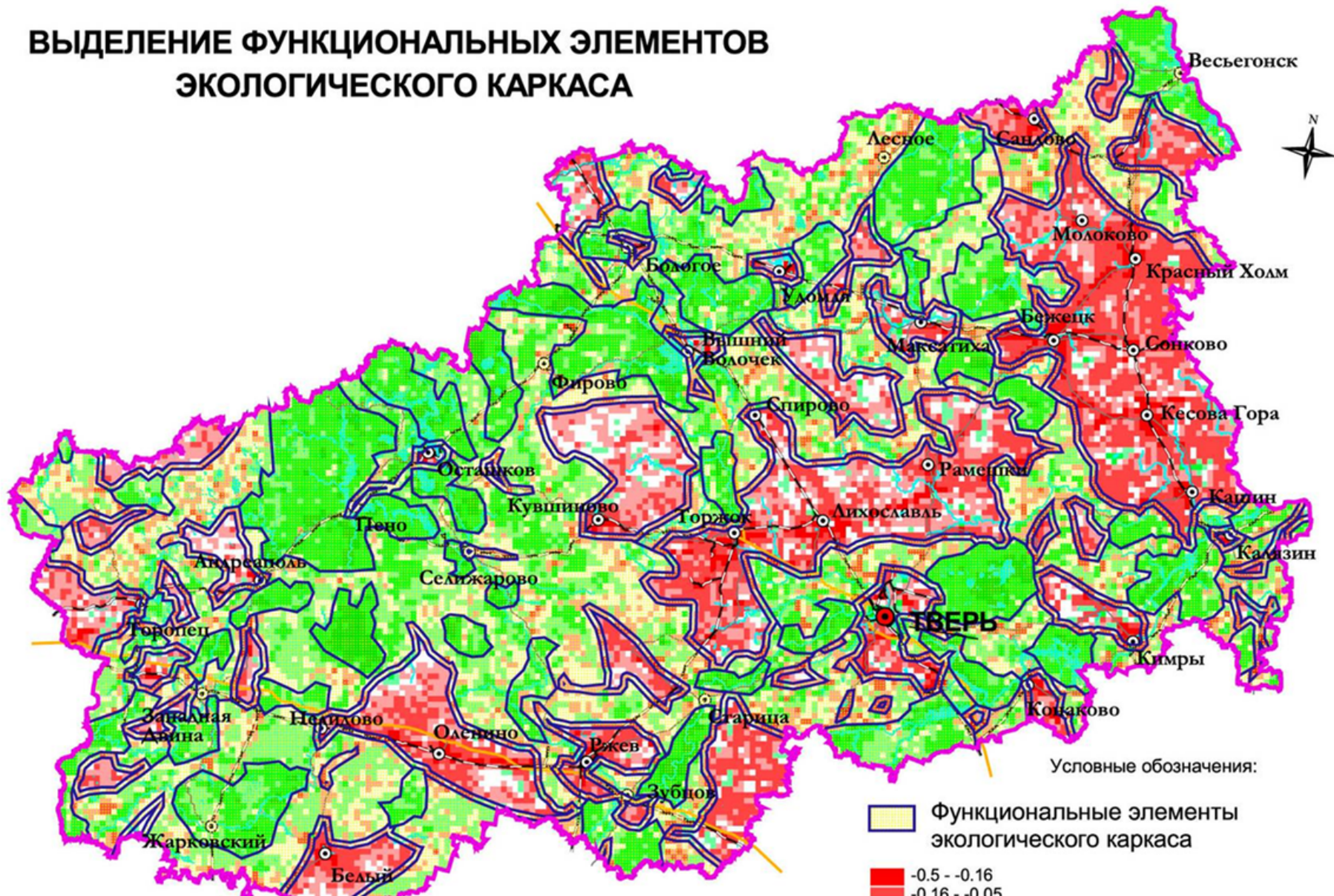
k_n – число критериев сохранности/ценности;

l_d – общее число используемых критериев нарушенности.


СОХРАННОСТЬ - НАРУШЕННОСТЬ










ВЫДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА



Условные обозначения:

 Функциональные элементы экологического каркаса

-  -0.5 - -0.16
-  -0.16 - -0.05
-  -0.05 - 0.06
-  0.06 - 0.13
-  0.13 - 0.24
-  0.24 - 0.38
-  0.38 - 0.82

Варьирование интегрального показателя сохранности/ценности экологического каркаса



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ



50 0 50 100 км

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ



Смоленское Поозерье

Двинско-Волжская

Шлинско-Селигерская

Сарагожско-Моложская

Нижне-Моложская

Весьегонск

Лесное

Сандово

Молоково

Красный Хоам

Бологое

Удомля

Бежецк

Сонково

Фирово

Вышний
Волочек

Максатиха

Кесова Гора

Спирово

Бежецкая

Рамешки

Кашин

Вышневолоцко-
Новоторжский вал

Торжок

Лихославль

Калязин

Оршинский Мох

ТВЕРЬ

Кимры

Старицкие ворота

Старина

Журавлиная
родина

Завидовская

Условные обозначения:

**Функциональные элементы
экологического каркаса**

Ключевые территории
(ядра)

Транзитные территории
(экологические коридоры)

Защитные леса
 Эксплуатационные леса

Особо охраняемые природные территории
 Государственные природные заповедники
 Национальные парки
 Государственные природные заказники
 Памятники природы

50 0 50 100 км

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРКАСНОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

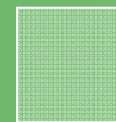


Рекомендации по поддержанию видового богатства на основе исследования и построения экологического каркаса территории Тверского региона.

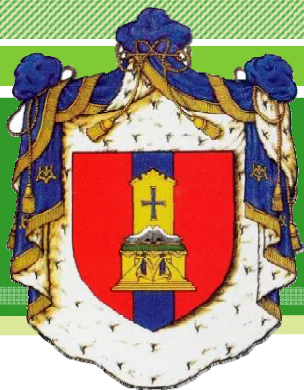
- ✓ Природный парк «Селигер».
- ✓ Тридцать третий меридиан.
- ✓ Верхневолжский природный парк.
- ✓ НП «Шоша».
- ✓ Вышневолоцко-Новоторжский Вал.
- ✓ Междуречье Граничной, Шлины и Шлинки.
- ✓ Озеро Верестово.
- ✓ Река Молога. Озеро Верестово
- ✓ Зоны с различной степенью концентрации «краснокнижных» видов



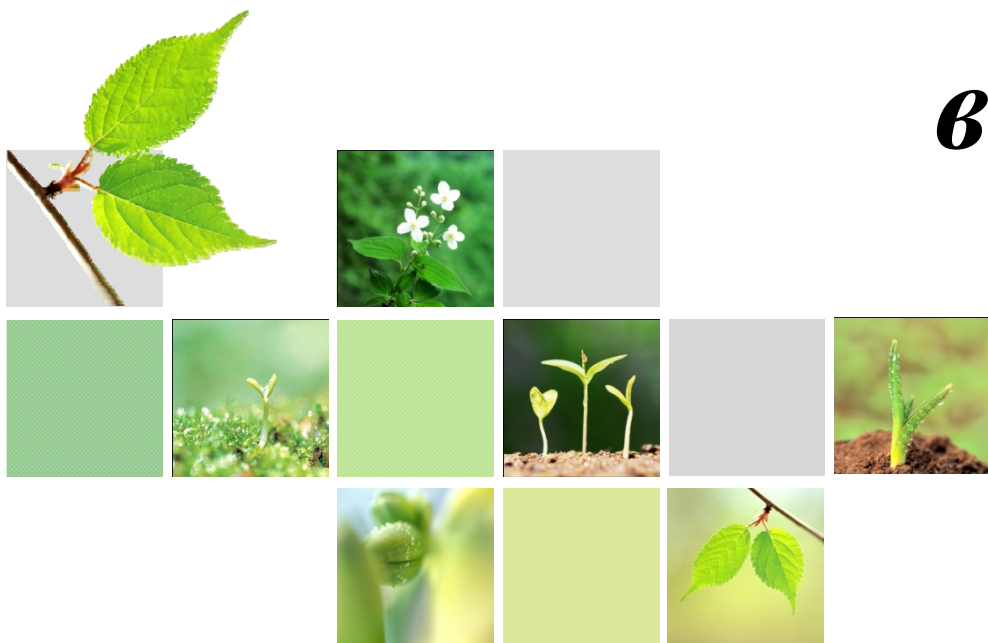
33 ключевых объекта



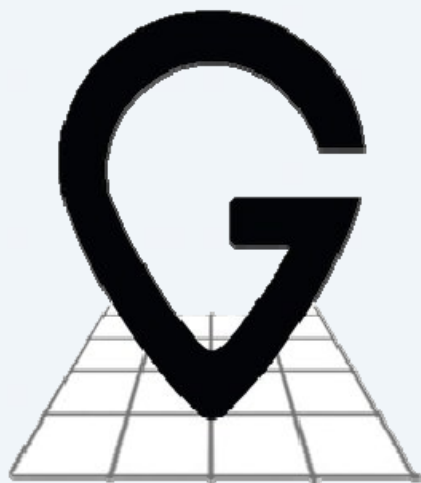
№ на карте	Территория	Число местонахождений	Число редких видов	Площадь, км ²
1	Тверская	101	77	446,0
2	Заповедная	198	117	414,2
3	Старицкое Поволжье	112	52	266,4
4	Завидовская	65	58	257,8
5	Селигерская	59	38	218,8
6	Хриплы-Тихменская	37	27	166,5
7	Пудоро-Тубосская	39	38	151,8
8	Колпинско-Ревенская	35	23	149,2
9	Волжско-Держинская	39	25	138,0
10	Ильинско-Войбутская	81	41	127,4
11	Хотилицкая	26	16	125,5
12	Осеченская	25	20	119,7
13	Осуго-Тверецкая	25	17	117,1
14	Среднешошинская	45	35	115,0



Благодарю за внимание



Таруса, 2017 г.



<http://geopoisk.tversu.ru/>

II Всероссийский Конгресс молодых ученых- географов «Геопоиск-2017»

Г. Тверь, октябрь 2017 г.