



Пятые международные научные чтения
памяти Н.М. Пржевальского

ФГБУ Национальный парк
«Смоленское Поозерье»



Оценка масштабов зарастания нелесных земель в национальном парке «Смоленское Поозерье» за 25 лет по спутниковым данным

Заместитель директора ЦЭПЛ РАН
Ершов Дмитрий Владимирович

При поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Грант №16-54-00142)
«Трансформация растительного покрова сопредельных регионов Российской Федерации и Республики
Беларусь в связи с современными изменениями землепользования»
(01.05.2016 – 31.12.2017 гг.)

Коллектив: Е.В. Тихонова, Т.Ю. Браславская, Е.А. Гаврилюк, Н.В. Королева, Г.Н. Тихонов, Е.И. Белова

г. Смоленск
28 сентября 2017 г.

ФГБУН Центр по проблемам экологии и
продуктивности лесов Российской
академии наук

Государственное научное учреждение
«Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»



АКТУАЛЬНОСТЬ

В результате смены социально-экономического уклада и сопровождавших его дезорганизации хозяйства и общества во всех государствах, ранее входивших в состав СССР, произошло снижение объемов сельскохозяйственного производства и интенсивность природопользования.



Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / Под редакцией акад. Г.А. Романенко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008

Как отмечено в публикациях исследователей, изучавших разные аспекты состояния окружающей среды в отдельных районах Смоленской области (Осипова, 2010; Шкаликов, Осипова, 2013), уменьшение интенсивности использования сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосов, пастбищ) способствовало внедрению на этих территориях древесных растений, и в последствии, формированию кустарниковой растительности и мелколесий.

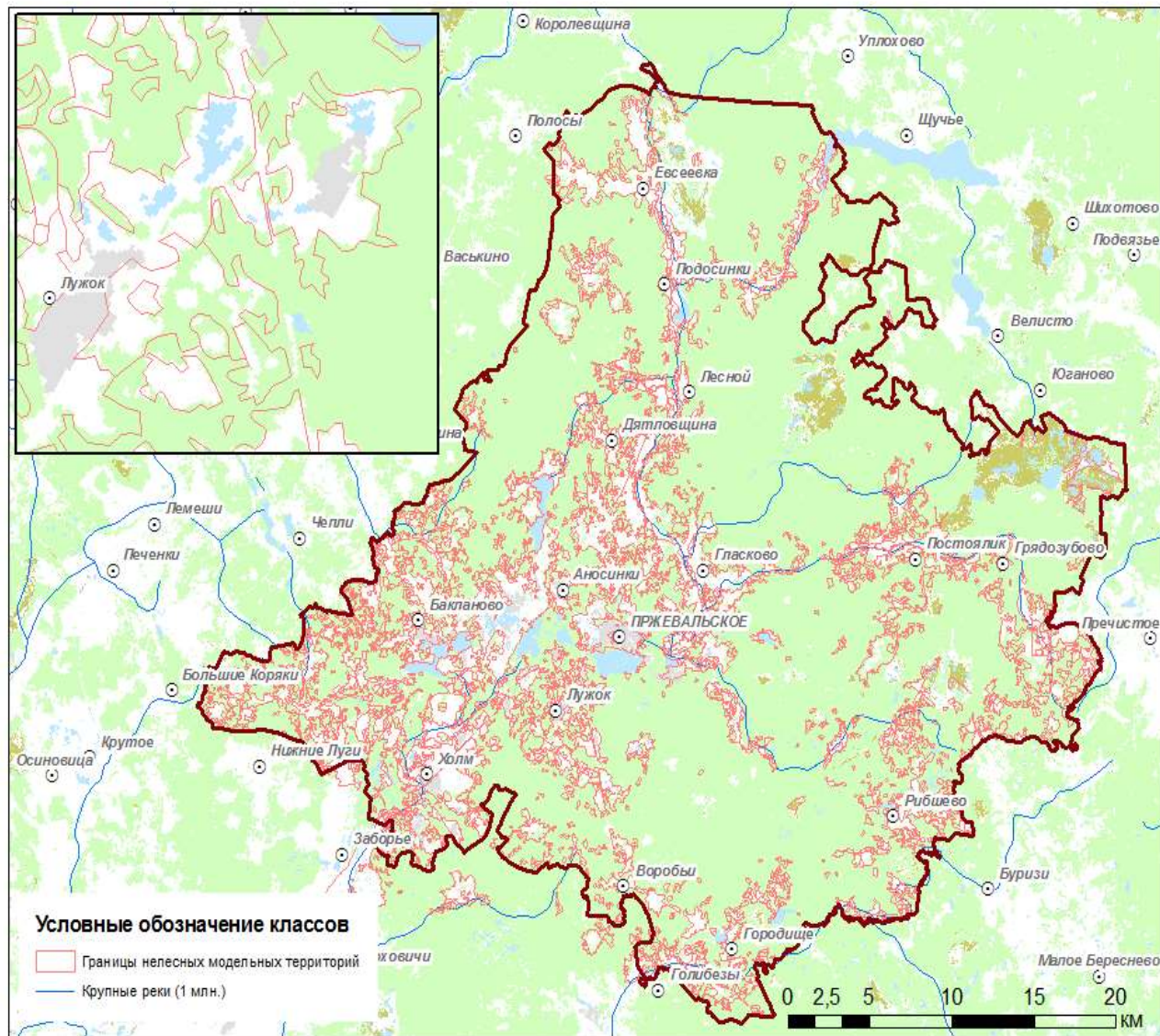
У растительных сообществ, трансформированных природопользованием, меняется способность к выполнению ими многих экологических функций: средообразующей и сохранения биоразнообразия (Griesser et al., 2007), водорегулирующей и почвозащитной (Durigan et al., 2013), продукционной.

Для определения способности лесов выполнять функцию сохранения биоразнообразия важно выяснить их сукцессионный статус и биологические механизмы происходящих сукцессий (Смирнова и др., 2010).

ОЦЕНКА ЗАРАСТАНИЯ НЕЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НП «Смоленское Поозерье»

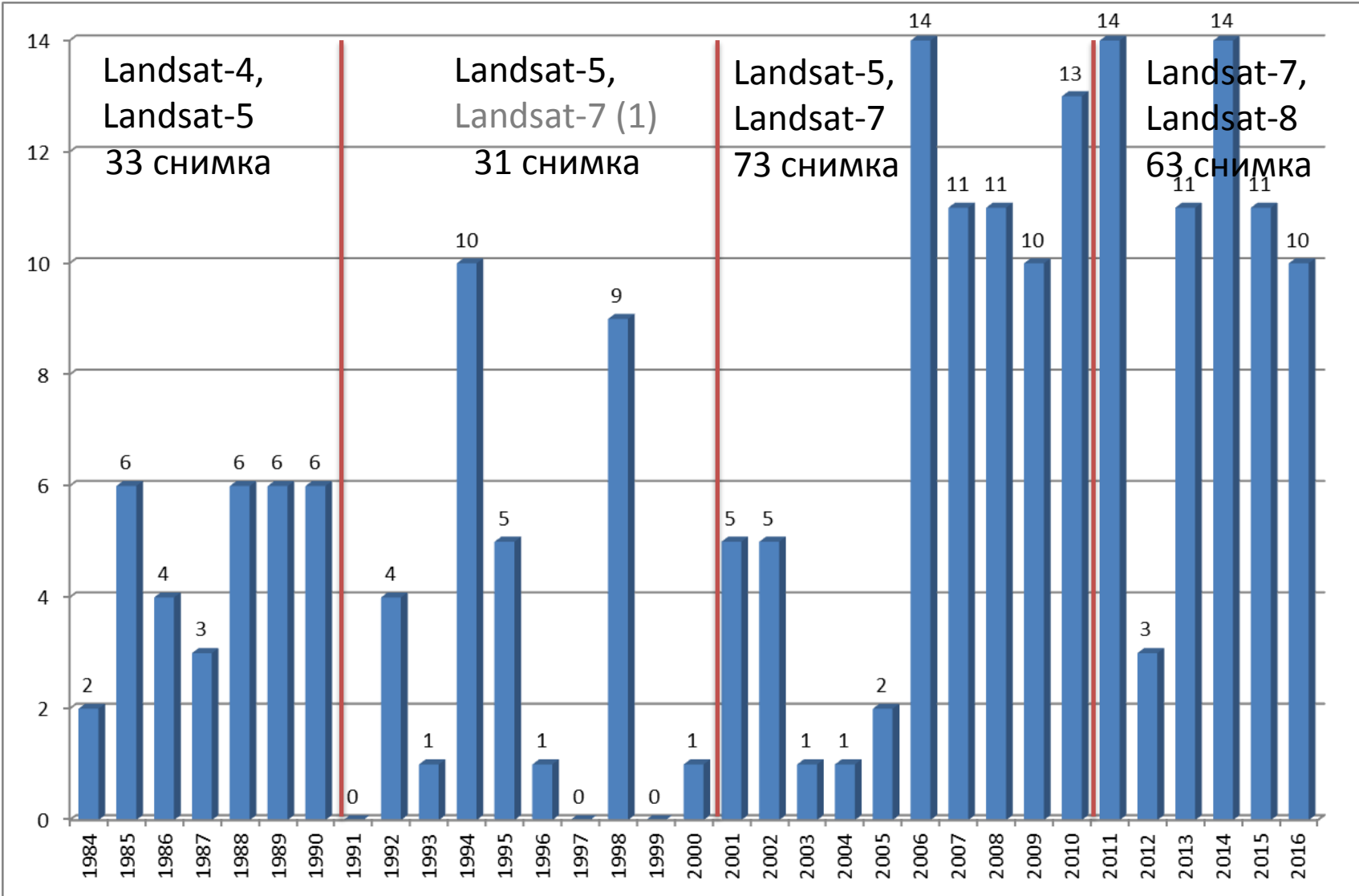
1. Восстановление границ нелесных территорий на основе исторических картографических материалов и космической съемки детального разрешения
2. Подготовка спутниковых изображений Ландсат-4,5,7,8 за период с 1984 по 2016 годы
3. Изучение динамики спектральных яркостей растительного покрова нелесных территорий за период 1985-2016 гг.
4. Классификация стадий восстановительных сукцессий НП «Смоленское Поозерье»
5. Оценка сукцессионных процессов лесных сообществ на основе результатов наземных геоботанических и дистанционных исследований.
6. Разработка феноменологических моделей смен растительности при изменении характера землепользования.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ НЕЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ



Оцифровка границ нелесных территории Национального Парка «Смоленское Поозерье» проводилась на основе картографических материалов 1970-80 х годов и спутниковых данных геопортала «Планета Земля» (<http://kh.google.com>)

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СПУТНИКОВЫМИ ДАННЫМИ ЛАНДСАТ



1985-1990 гг.

1991-2000 гг.

2001-2010 гг.

2011-2015 гг.

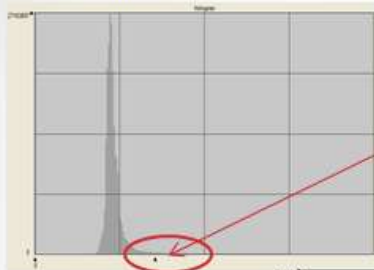
ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ЛАНДСАТ (США)

1. Маскирование облачного покрова и теней от облаков (публикации Белова, Ершов, 2011-2012 гг.) на каждом изображении в отдельности
2. Формирование временного стека из 200 изображений для следующих трех спектральных каналов: красного (0,63-0,69 мкм), ближнего инфракрасного (0,76-0,90 мкм) и среднего инфракрасного (1,55-1,75 мкм) диапазонов спектра
3. Заполнение пропусков в измерениях спектральных яркостей из-за облачного покрова с помощью статистического алгоритма «простого скользящего среднего» SMA в окне размером [1x15] (Грешилов и др., 1997). Размер окна подобран экспериментально.
4. Расчет вегетационных индексов (1) нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) (Tucker, 1979), (2) коротковолновый вегетационный индекс (SWVI) (Fraser et al., 2000) и (3) вегетационный индекс стареющей растительности из красного и среднего ИК каналов (NDSVI) (Marsett et al., 2006).
5. Осреднение яркостей трех спектральных каналов для четырех временных интервалов: (1) 1985-1990 гг.; (2) 1991-2000 гг.; (3) 2001-2010 гг.; (4) 2011-2015 гг.

МАСКИРОВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ

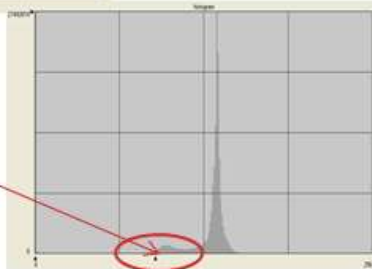
Для построения маски облачности используются 1 канал (0,450-0,515 мкм) видимого диапазона и 6 канал (10,4 - 12,5мкм) теплового диапазона.
С помощью жестко подобранных и адаптивных порогов выделяются участки плотной и тонкой облачности (дымка)

Плотная облачность



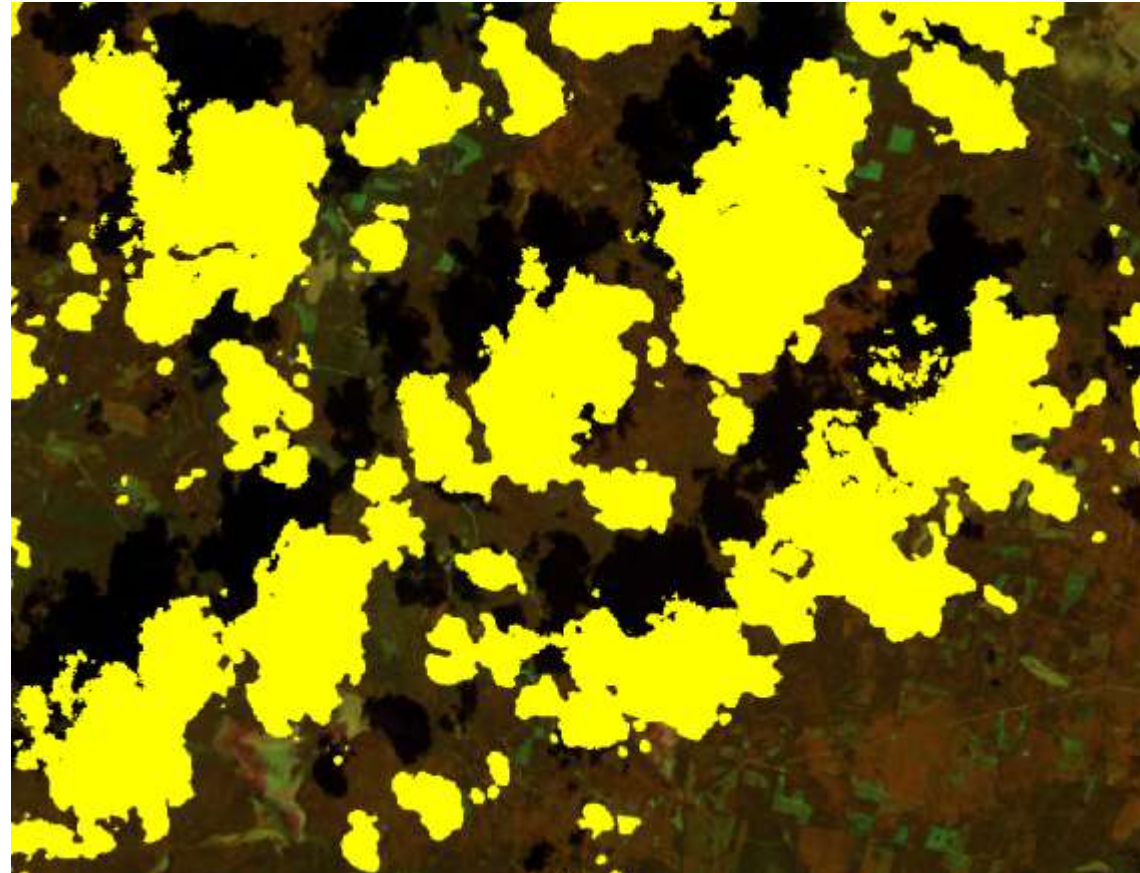
Положение облачности на гистограмме распределения яркостей 1 спектрального канала (синий)

Положение облачности на гистограмме распределения яркостей 6 теплового канала



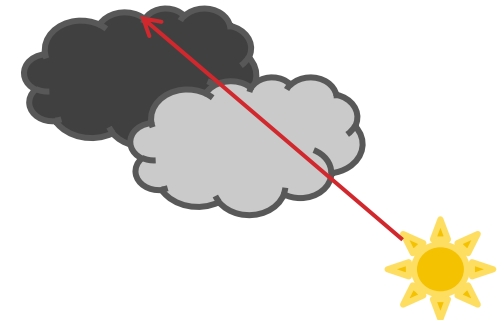
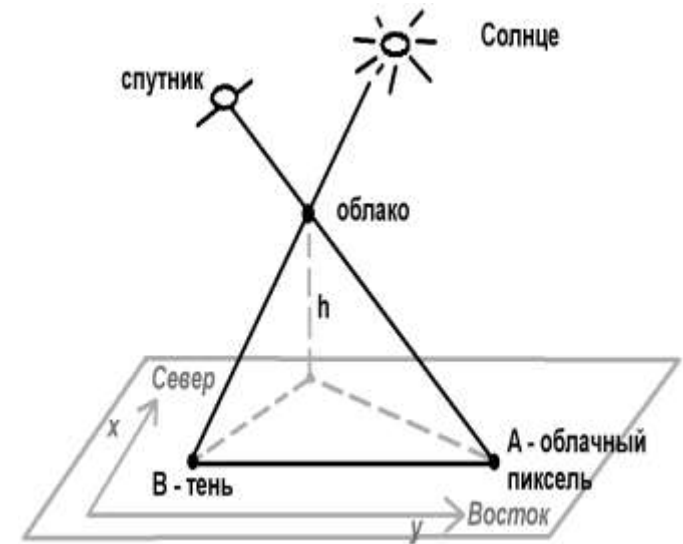
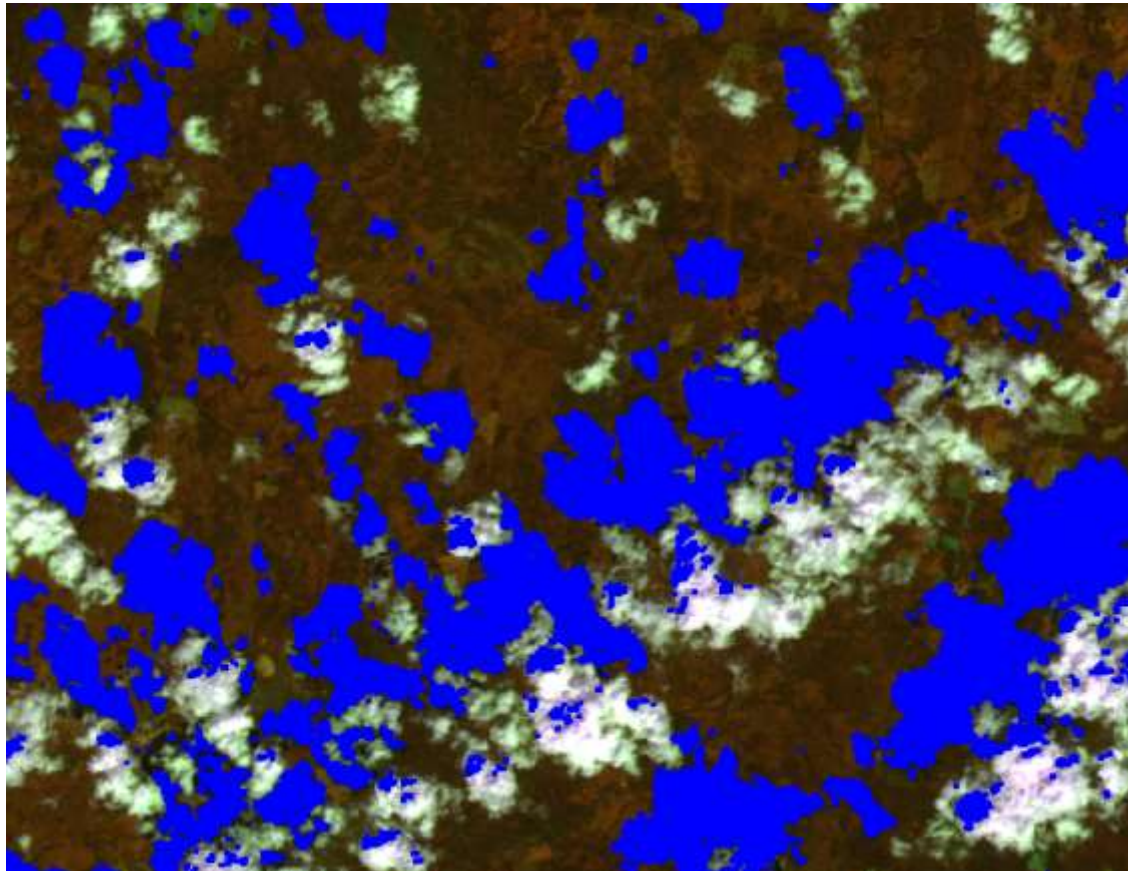
Дымка:

$$Haze_{test} = band1 - 0,5band3 - 0,08 \geq 0$$



МАСКИРОВАНИЕ ТЕНЕЙ ОТ ОБЛАКОВ

1. Построение маски темных объектов снимка по 1 (0,450-0,515 мкм), 4 (0,750-0,900 мкм) и 7 (2,09 - 2,35 мкм) каналам
2. Расчет направления отбрасываемой облаком тени на земной поверхности



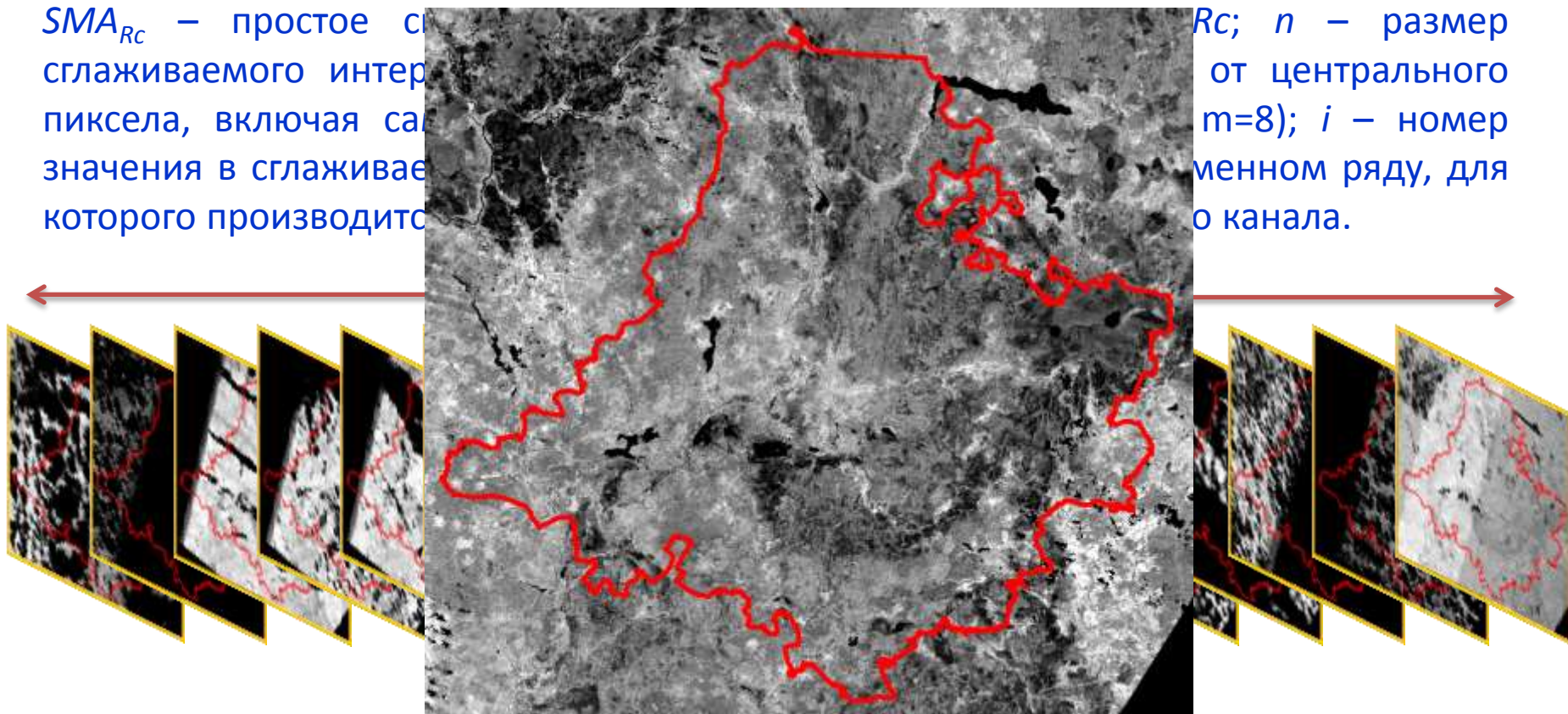
Алгоритм заполнения пропусков в измерениях спектральных каналов

Заполнение пропусков в измерениях спектральных яркостей из-за облачного покрова и теней от облаков с помощью статистического алгоритма «простого скользящего среднего» SMA в окне размером [1x15] (Грешилов и др., 1997).

$$SMA_{Rc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-m} R_{c-i} + \frac{R_c}{n} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-m} R_{c+i}, \text{ где}$$

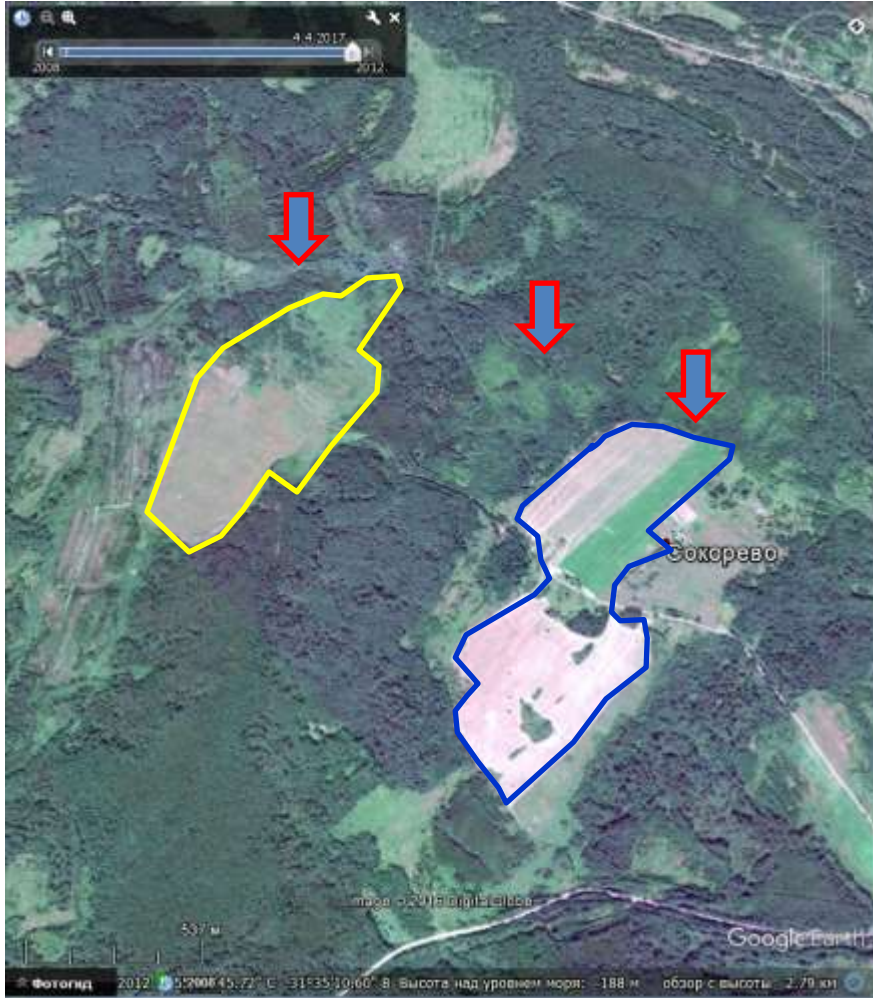
SMA_{Rc} – простое скользящее среднее от сглаживаемого интервала m пиксела, включая сам пиксел, включая сам пиксел значения в сглаживаемом интервале, для которого производится

R_c ; n – размер от центрального пиксела ($m=8$); i – номер пиксела в i -ом канале.



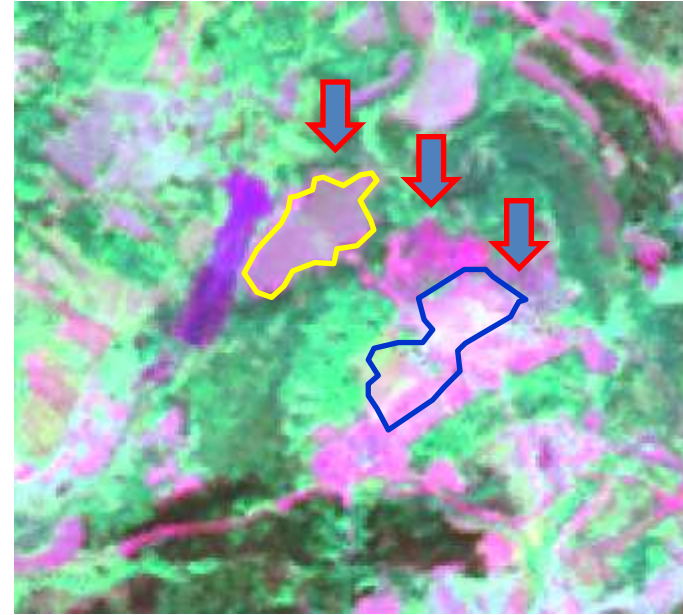
Выбор участков для анализа динамики

2012год



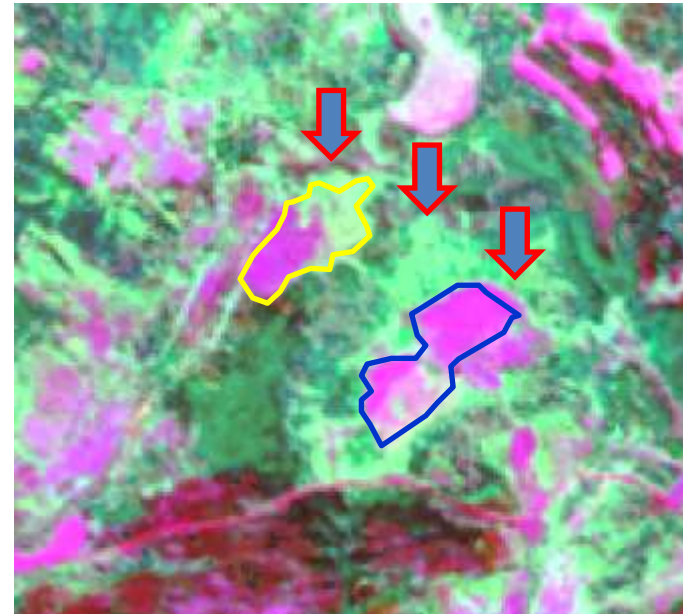
Google Earth, WordView (2 м)

1990 год

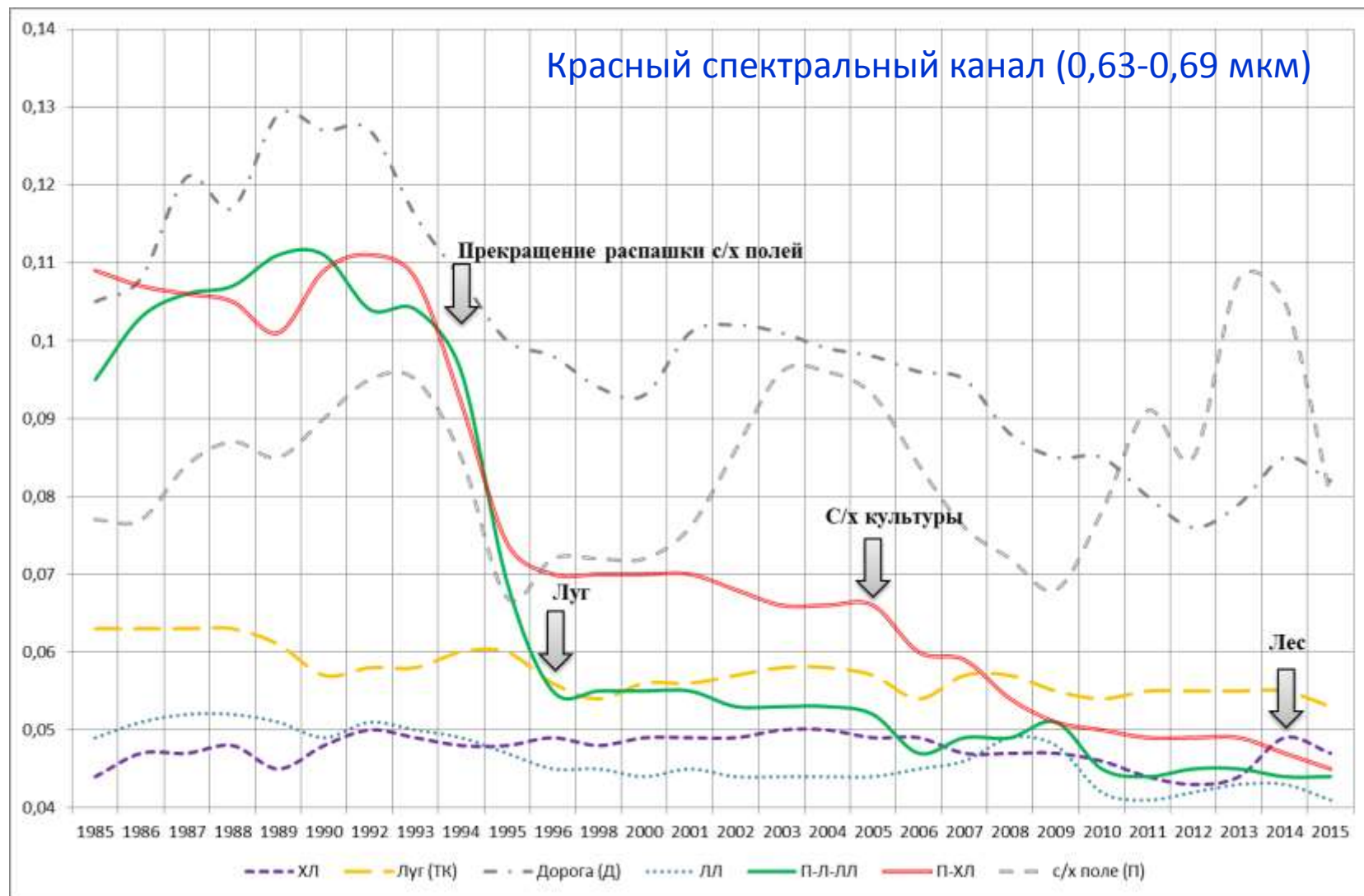


Landsat мозаика(30 м)

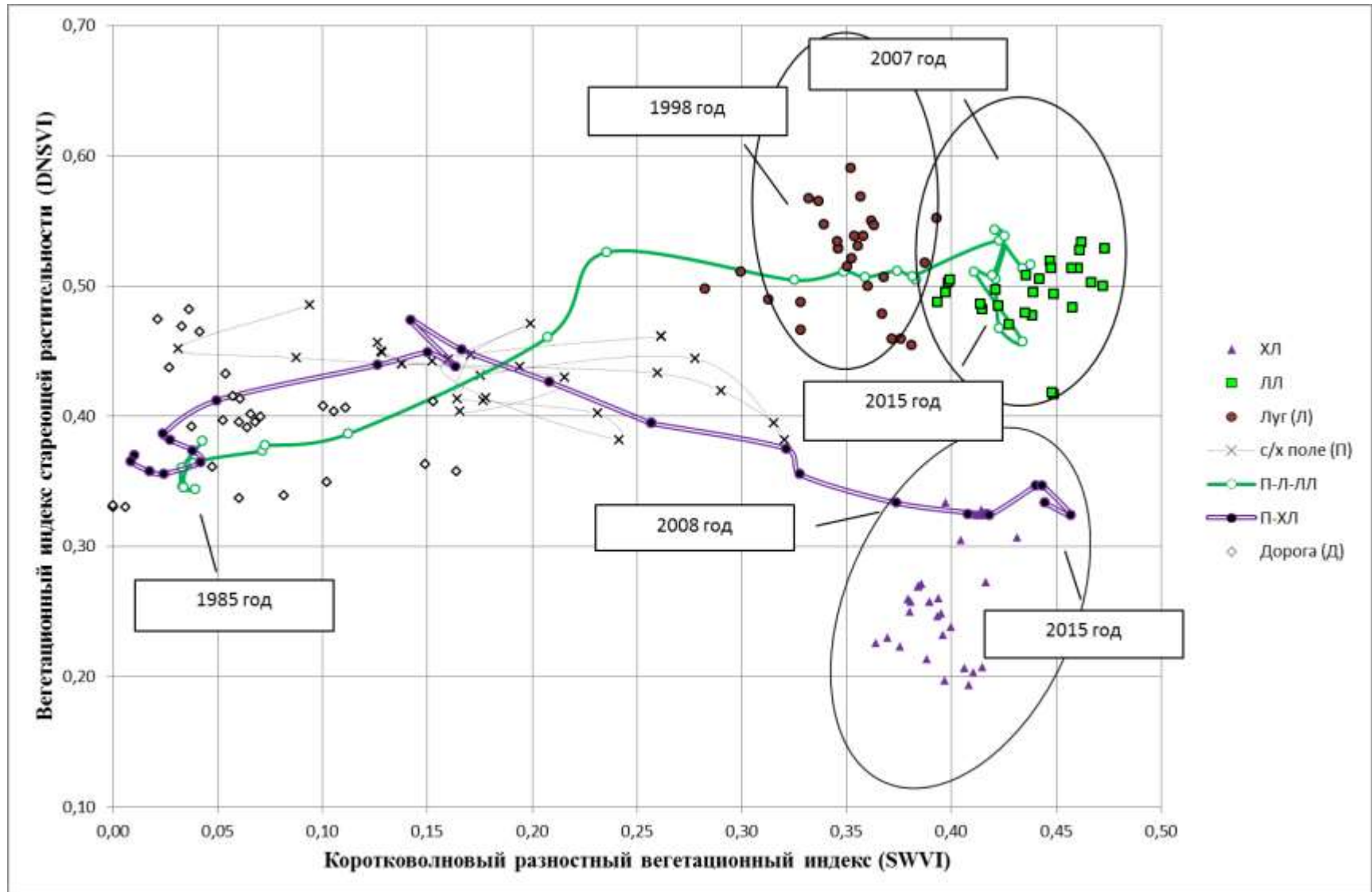
2015 год



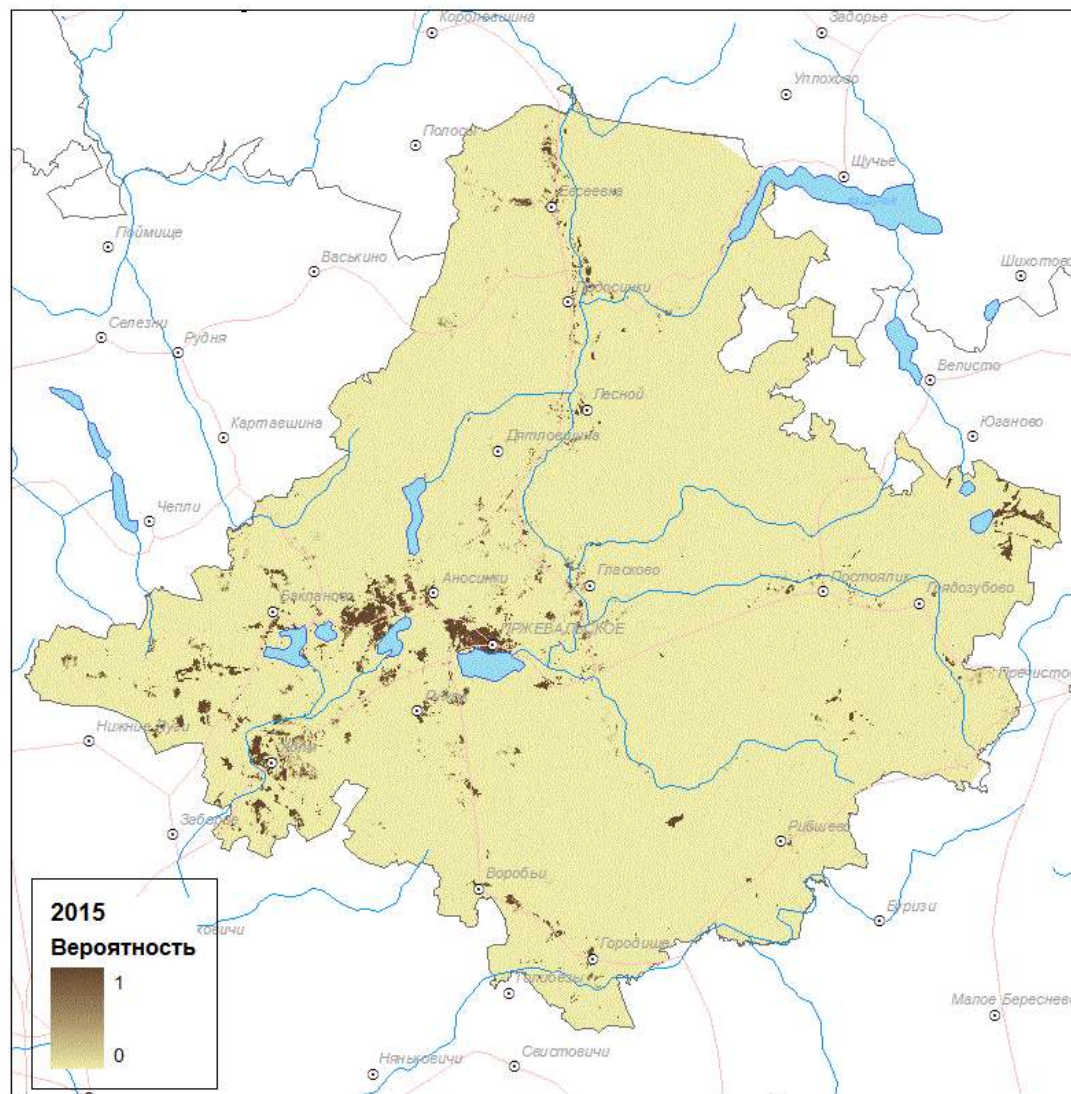
Динамика спектральных яркостей растительного покрова нелесных территорий



Динамика спектральных яркостей растительного покрова нелесных территорий



Пространственная динамика сокращения площади с/х полей с 1995-2015 гг.



Четыре временных интервала

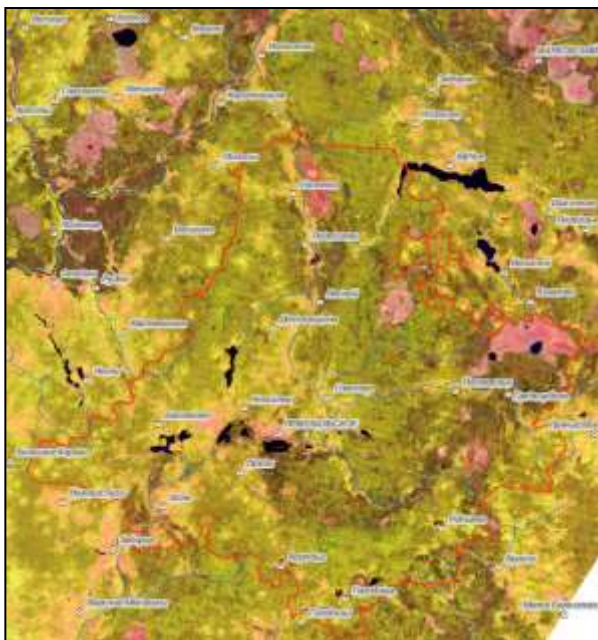
1990 год



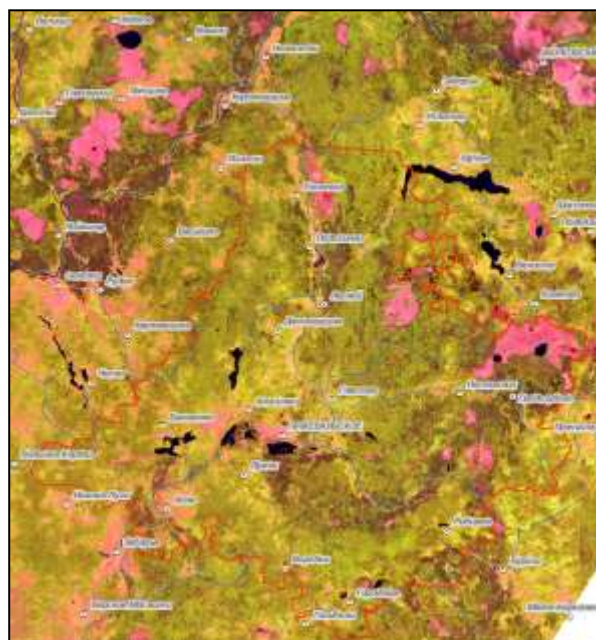
2000 год



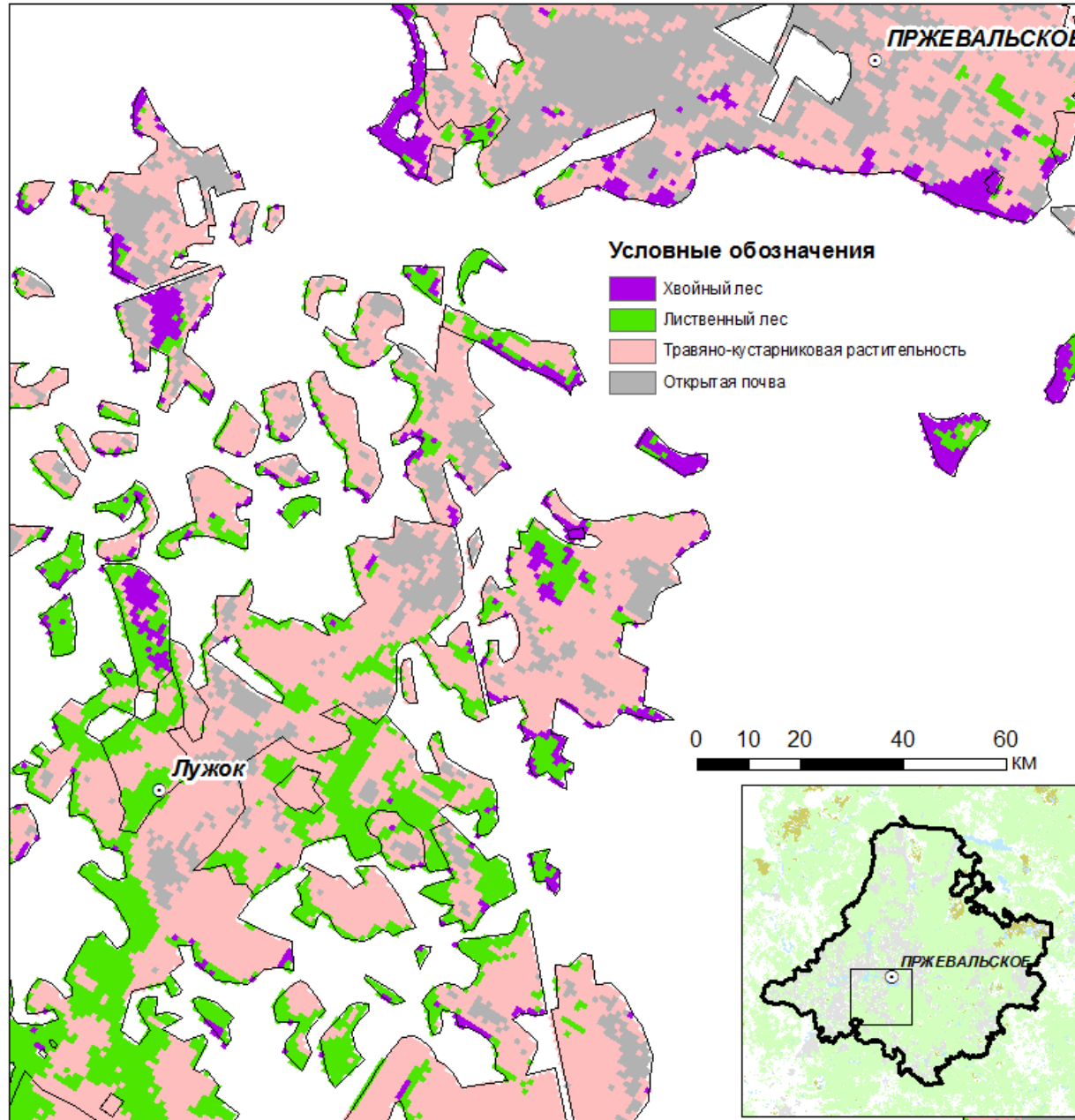
2010 год



2015 год



Классификация стадий восстановительных сукцессий

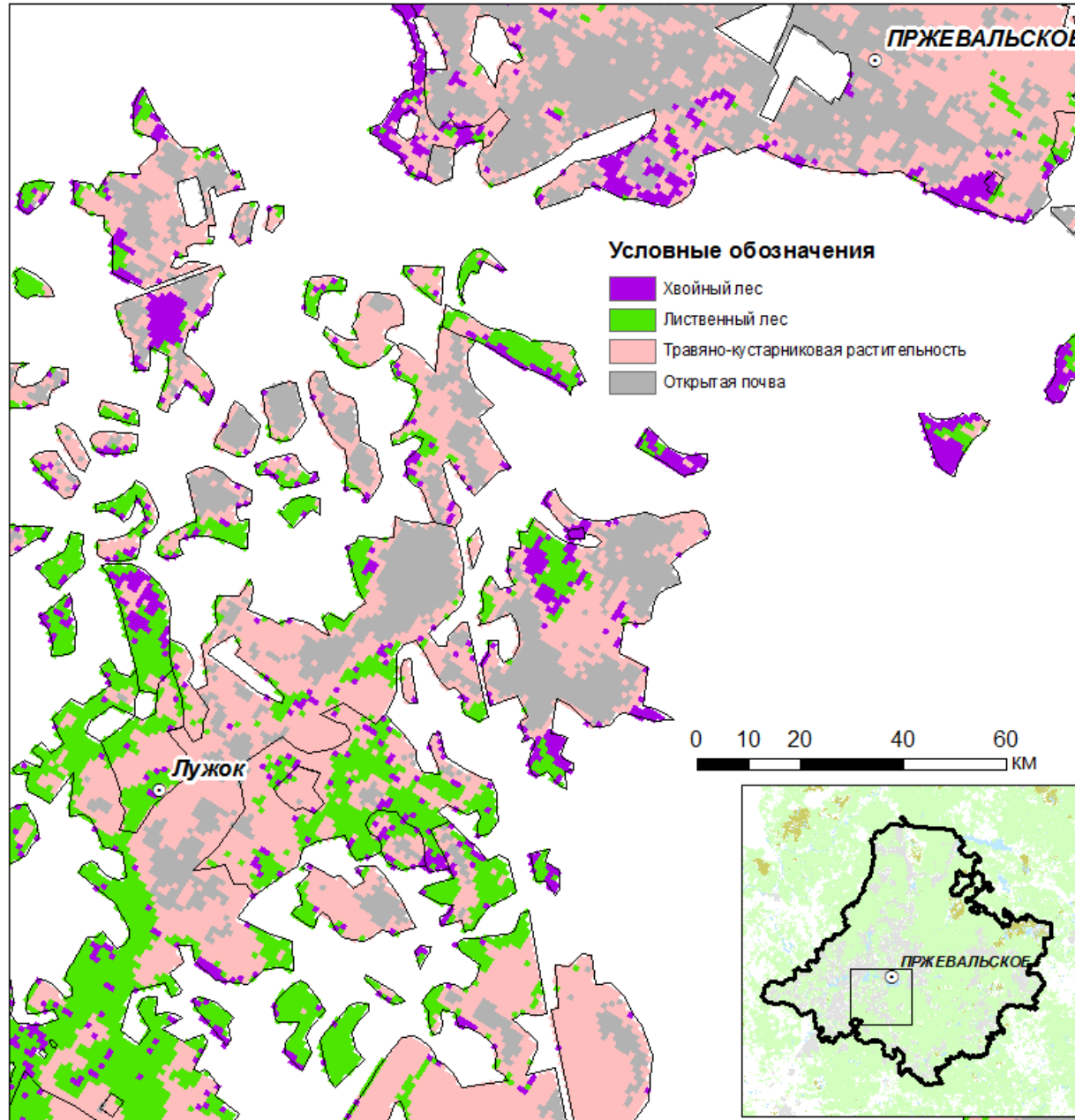


1990 год

Рассматривались следующие стадии восстановительных сукцессий:

- 1 – открытая почва (ОП),
- 2 – травяно-кустарниковая растительность (ТК),
- 3 – лиственный лес (ЛЛ),
- 4 – хвойный лес (ХЛ)

Классификация стадий восстановительных сукцессий

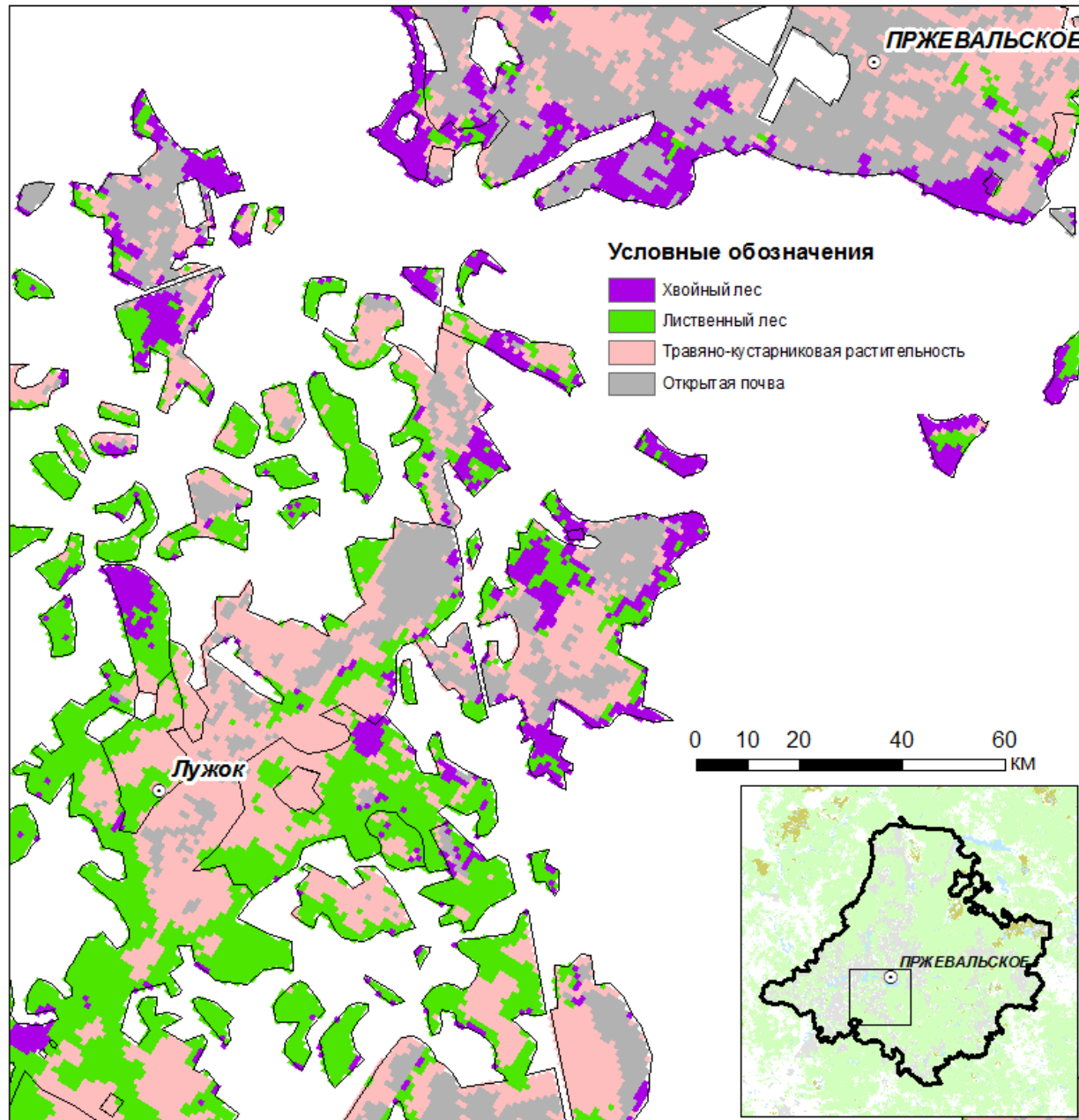


2000 год

Рассматривались следующие стадии восстановительных сукцессий:

- 1 – открытая почва (ОП),
- 2 – травяно-кустарниковая растительность (ТК),
- 3 – лиственный лес (ЛЛ),
- 4 – хвойный лес (ХЛ)

Классификация стадий восстановительных сукцессий

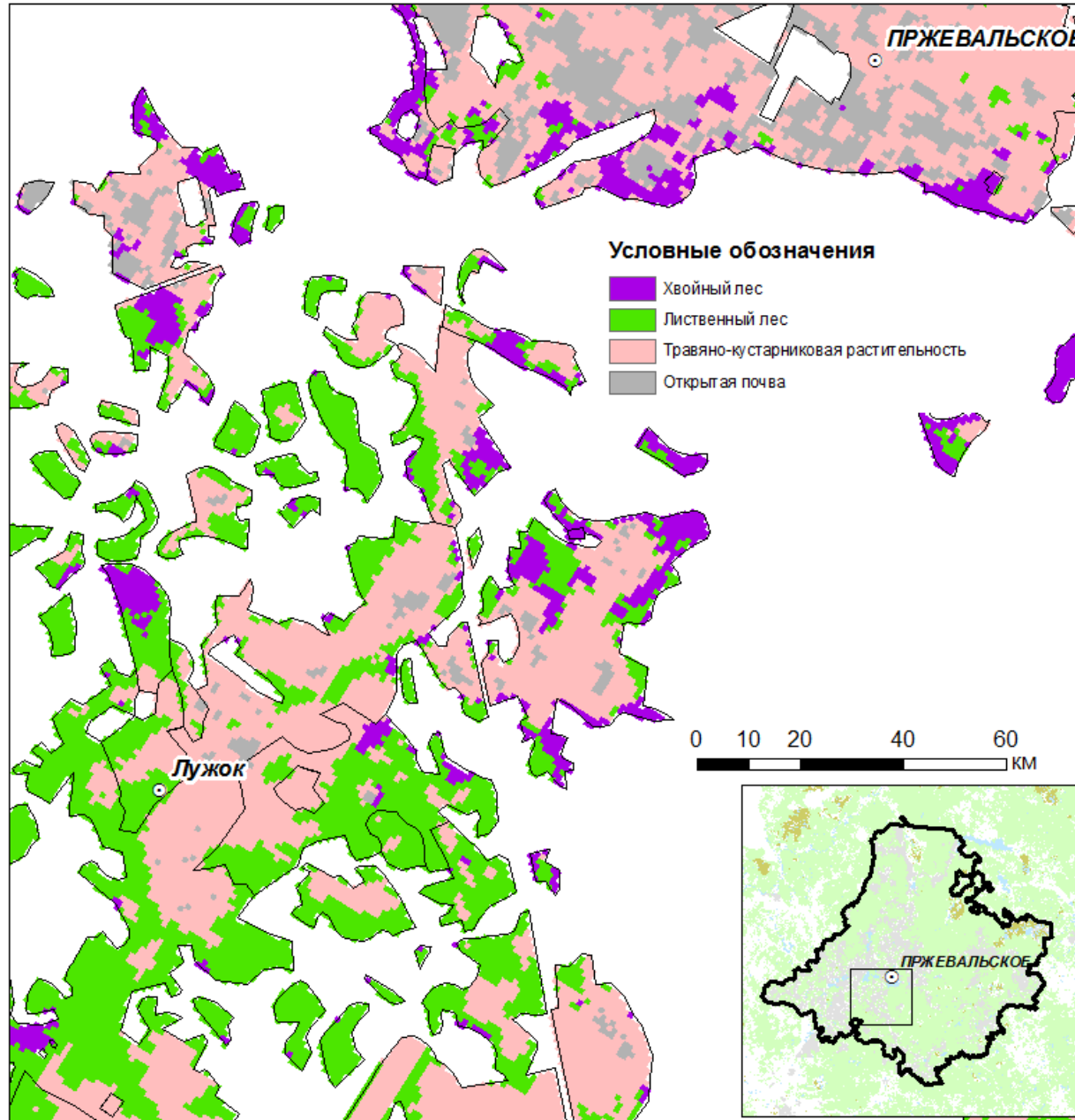


2010 год

Рассматривались следующие стадии восстановительных сукцессий:

- 1 – открытая почва (ОП),
- 2 – травяно-кустарниковая растительность (ТК),
- 3 – лиственный лес (ЛЛ),
- 4 – хвойный лес (ХЛ)

Классификация стадий восстановительных сукцессий



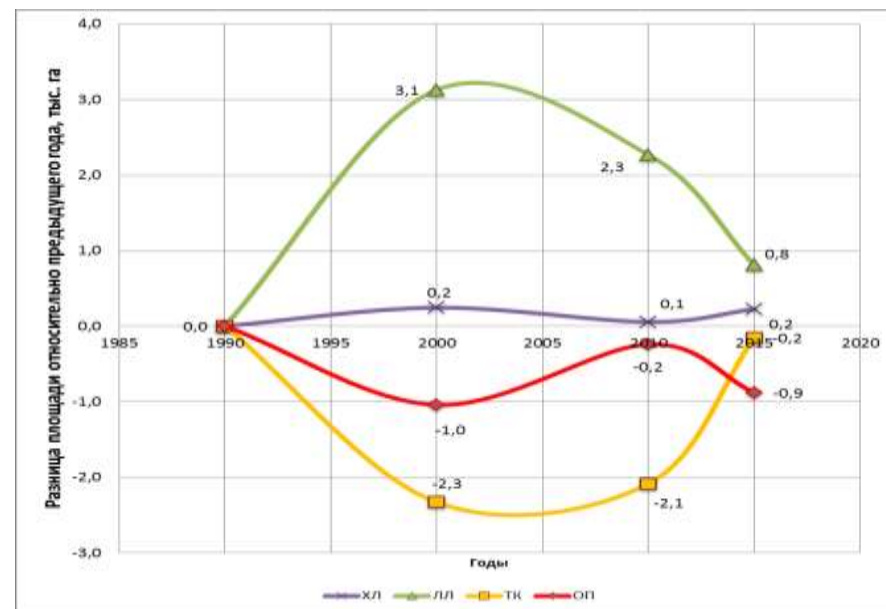
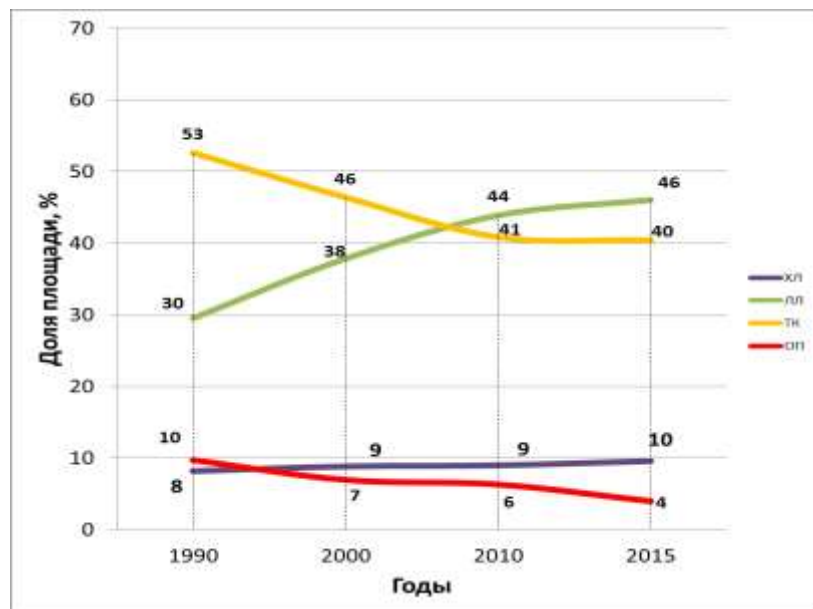
2015 год

Рассматривались следующие стадии восстановительных сукцессий:

- 1 – открытая почва (ОП),
- 2 – травяно-кустарниковая растительность (ТК),
- 3 – лиственный лес (ЛЛ),
- 4 – хвойный лес (ХЛ)

Динамика площадей нелесных территорий на разных стадиях восстановительных сукцессий лесов (га)

Стадии сукцессий	1990 год	2000 год	2010 год	2015 год
Хвойный лес (ХЛ)	3 073	3 318	3 374	3 599
Лиственный лес (ЛЛ)	11 091	14 217	16 487	17 297
Травяно-кустарниковая растительность (ТК)	19 760	17 430	15 345	15 190
Открытая почва (ОП)	3 651	2 609	2 369	1 489

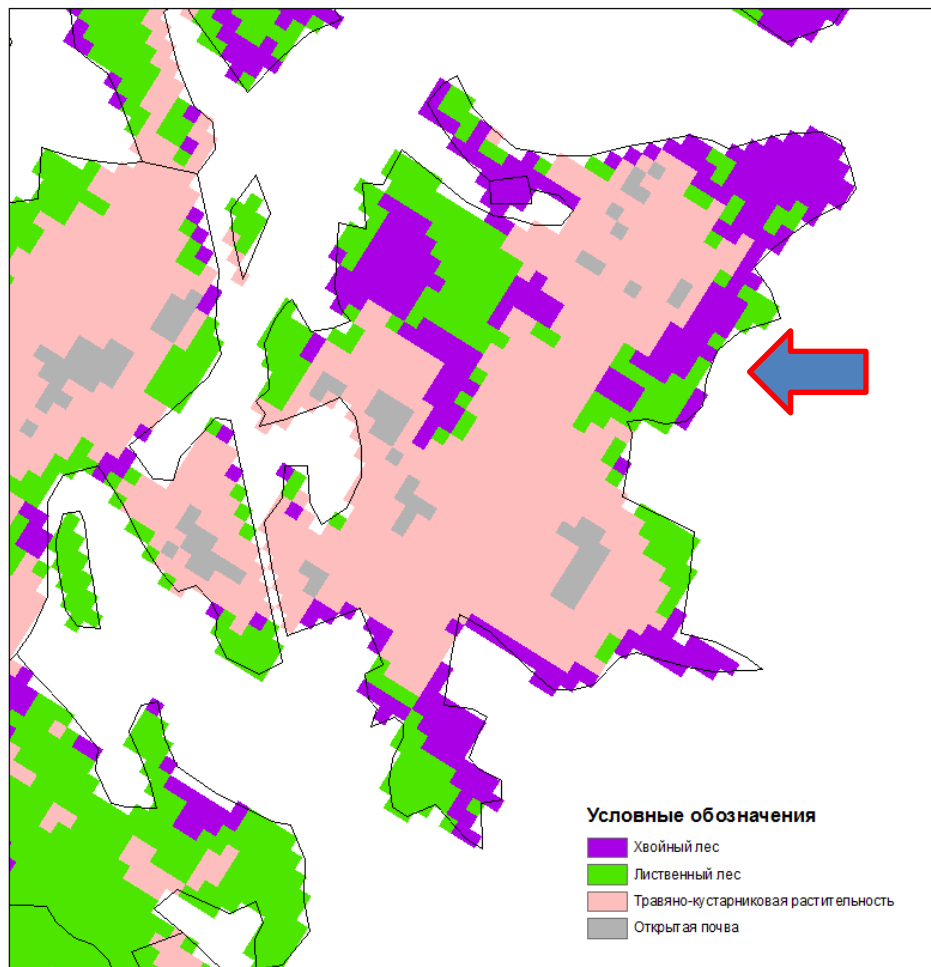


Доля площади стадий сукцессий

Динамика площадей относительно 1990 г.*

* Изменение площади вычисляется как разница текущего года (периода) минус предыдущий год (период)

Сравнение с данными детальной космической съемки



30 метров



2 метра

Поле за деревней Клин

Т. 76. Березовый злаково-малиновый лес

10Б+Ивк

Возраст ~ 30 лет.

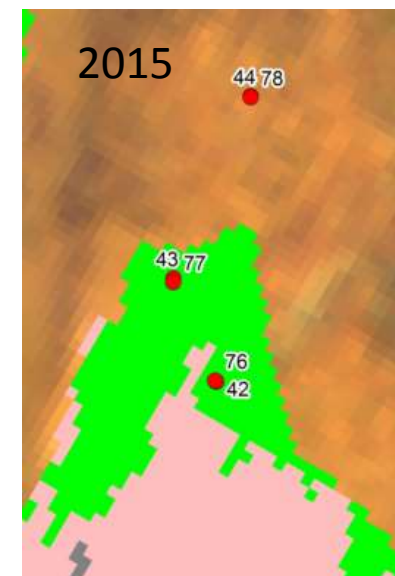
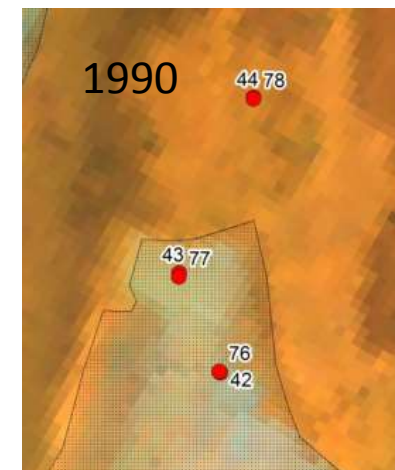
Высота 12-15 м, диаметр 6-15 см



**Т. 77. Ивово-ольхово-березовый
малиново-злаковый лес.**

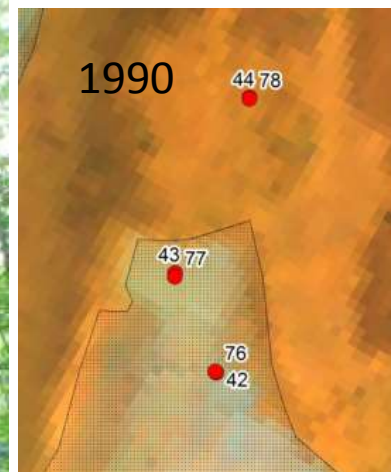
6Б2Олс2Ивк. Возраст ~ 25 лет.

Высота 10-13 м, диаметр 5-12 см



Т. 78. Полидоминантный елово-широколиственный неморальнотравный лес (продвинутая стадия сукцессии).

А1: 6КлЗЛп1Е+Ос, Яс; А2: 3ЛпЗЕ2Вз2Кл. Высота А1: 25-25м, диаметр 40-50см.
Возраст 65-80 л.



Деревня Большое Закустище



Возраст ~ 6 лет, высота 2-5 м



Т.81. Зарастание полей в округе деревень Закустище (Мал. и Бол.) – наиболее полный пример сукцессии восстановления хвойного леса. Описаны стадии от заброшенного поля до сосново-елового неморально-бореального леса.

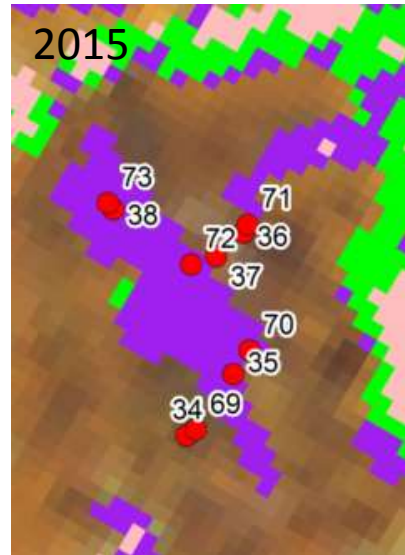
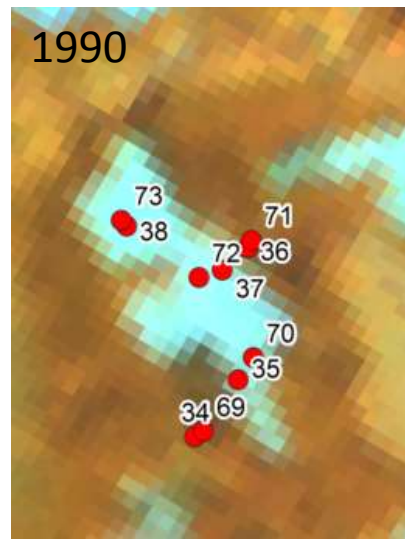


Сосняк и березняк одного возраста, 25 лет, расположенные в непосредственной близости друг от друга. Дифференциация растительности связана с положением в рельефе (березняк – в замкнутом понижении, превышение около 2 метров)



Т.72. 10С+Б. Высота 10-13м, диаметр 10-15см

Т.37. 10Б. Высота 15-17 м, диаметр 10-15см



Т.71. Елово-сосновый с березой и осиной лес. 7С2Е1Ос/4ЕЗСЗБ.

Возраст 60-80 лет. Высота А1 25-27м, диаметр 30-40(50) см.

Примыкает к зарастающему полю с СВ.

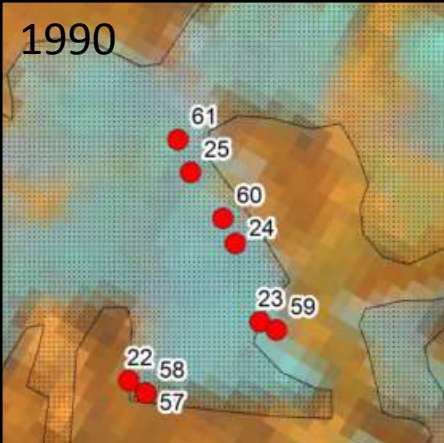


Т.69. Елово-сосновый с березой лес.

9С1Б+Е/9Е1Рб+Кл.

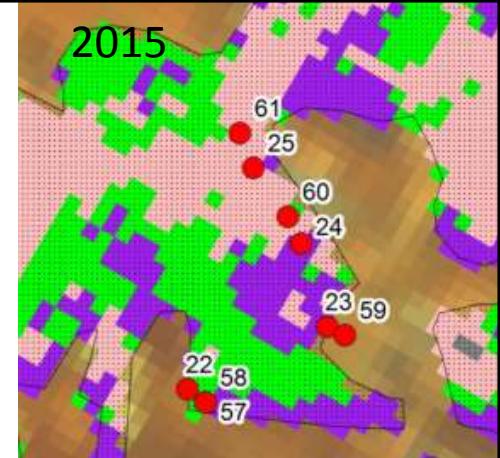
Возраст: сосна 70 лет, ель 50 лет. Высота А1 25-27м, диаметр 30-40(50) см.





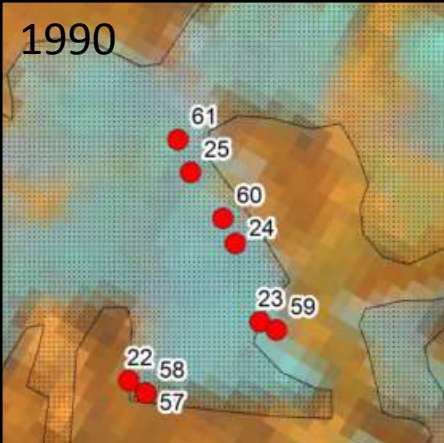
Урочище Заходы

Очень пестрая картина
зарастания (береза, сосна, ель)



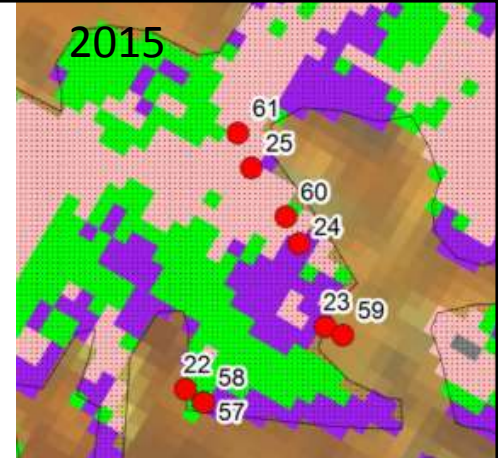
Т.61. Луг разнотравный.
Отдельный подрост
сосны (6-9 лет) и березы





Урочище Заходы

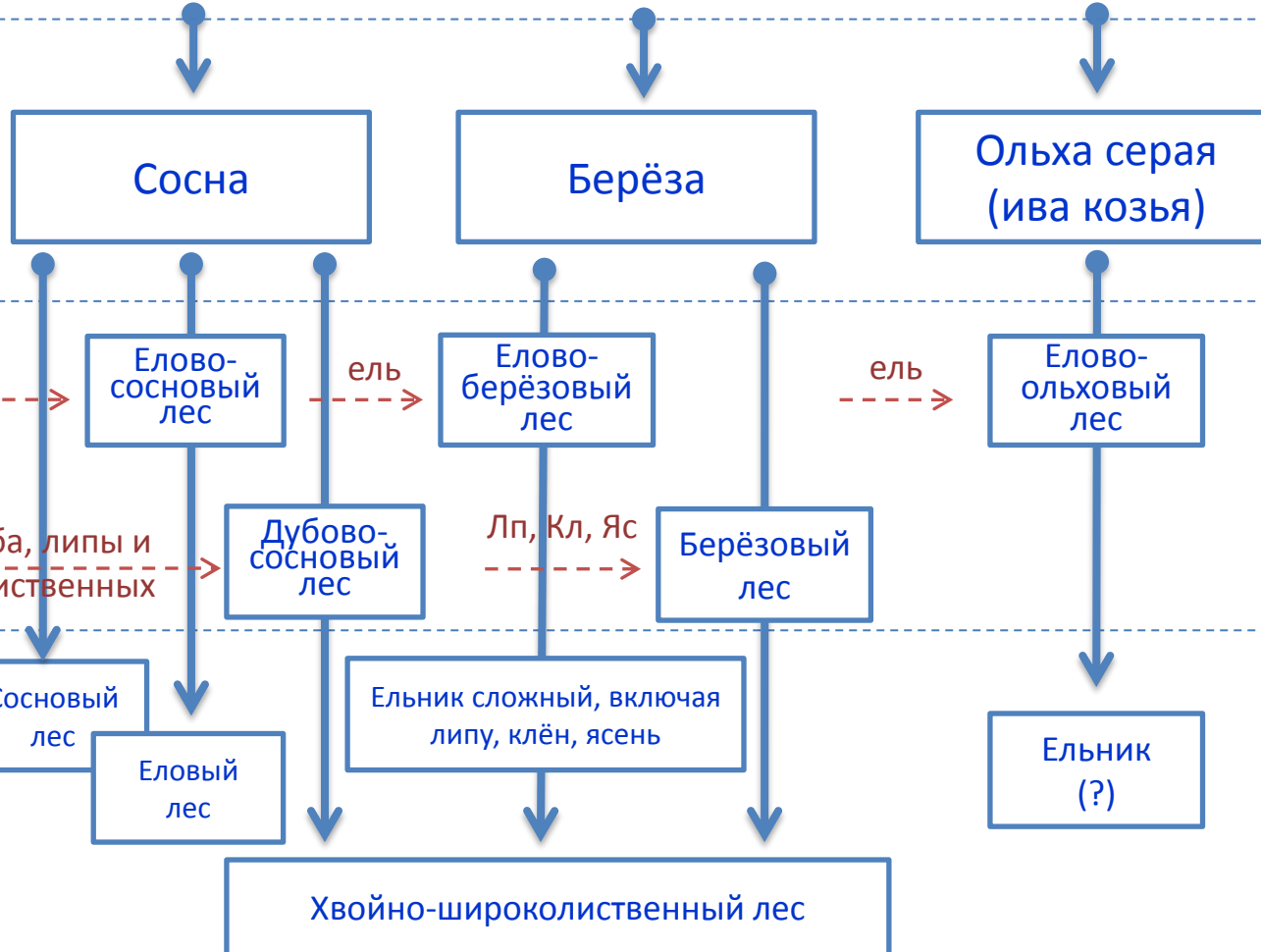
В молодых березняках часто формируется густой еловый подрост
Т. 59. Березняк с ивой козьей. 9Б1Ивк+Ос.
Возраст около 20 лет. Высота 10-15 м



СТАДИИ СУКЦЕССИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАЗЕМНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

Заброшенное сельскохозяйственное поле
Сухие (бедные) почвы → Влажные (богатые) почвы

Определяющие факторы: влажность почвы и рельеф местности



3-7 лет



Молодняки
15-30 лет



40-60 лет



60-100 лет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена оценка зарастания с/х земель Национального парка «Смоленское Поозерье» на основе временных серий летних спутниковых изображений Landsat за период с 1985 по 2015 годы. Тематическая обработка снимков выполнялась с использованием алгоритма классификации с обучением «Random Forest» (Breiman, 2001, Чистяков, 2013) с оценкой вероятности перехода одного типа сукцессии в другой.

Анализ картографических продуктов стадий восстановительных сукцессий показал, что на протяжении всего периода наблюдения площади открытых поверхностей без растительности монотонно сокращались от 3651 га (9.7%) в 1990 г. до 1489 га (4%) в 2016 г.

В тоже время обнаружено, что к 1990 г. около 38% нелесных территорий уже были покрыты древесной растительностью. За следующие 25 лет прирост площади лесов (в основном за счет лиственных пород) составил около 18%, из которых половина приходится на 1990-е годы. В 2015 году 46.0% бывших нелесных территорий было занято березовыми и 9.6% - сосновыми молодняками.

Результаты наземных обследований показывают, что вид сукцессии определяется в первую очередь влажностью почвы, локальным рельефом местности (понижения/повышения) и породным составом ближайших лесов. На скорость зарастания нелесной территории оказал влияние характер предшествующего землепользования.

По результатам исследований сформированы предварительные схемы стадий восстановительных сукцессий, которые будут использоваться для разработки феноменологических моделей смен растительности при изменении характера землепользования с оценкой их вероятности с применением алгоритмов ГИС-анализа

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Поздравляем с юбилеем 25 лет!



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Центр по проблемам экологии и
продуктивности лесов Российской
академии наук (ЦЭПЛ РАН)

Ершов Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук,
заместитель директора

117997, Москва, ул.
Профсоюзная, д. 84/32
e-mail: erшов@vniitse.ru

Моб. тел.: +7 (903) 7958246
Раб. тел.: +7 (499) 7430625
Факс: +7 (499) 7430616

