



ОЦЕНКА 25-ЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Ершов Дмитрий Владимирович

Соавторы доклада: Е.В. Тихонова, Т.Ю. Браславская, Е.А. Гаврилук, Н.В. Королева,
Г.Н. Тихонов, Е.И. Белова

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.)



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов
Российской академии наук

АКТУАЛЬНОСТЬ

В период с 1860 по 1990 год в мире было заброшено более 200 миллионов гектаров пахотных земель и эта сумма все еще быстро растет (Cramer & Hobbs 2007). По разным источникам после распада СССР в России были выведены из оборота более чем 40-50 млн. га пашни (Prishchepov et al., 2012; Китов, Цапков, 2015).



Уменьшение интенсивности использования сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосов, пастбищ) способствовало внедрению на этих территориях древесных растений, и в последствии, формированию кустарниковой растительности и мелколесий (Осипова, 2010; Шкаликов, Осипова, 2013).

Премьер-министр Дмитрий Медведев дал Минэкономразвития, Минсельхозу и Минприроды на совещании по охране и защите лесов и глубокой переработке древесины (20 июля 2018 г.) в Петрозаводске дал распоряжение до 10 октября представить в правительство предложения по внесению изменений в законодательство, которые бы предусматривали механизм упрощённого порядка перевода в земли лесного фонда покрытых лесной растительностью земель сельхозназначения, дальнейшее использование которых для нужд сельского хозяйства нецелесообразно (Интерфакс: <https://www.interfax.ru/russia/623249>)

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).

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

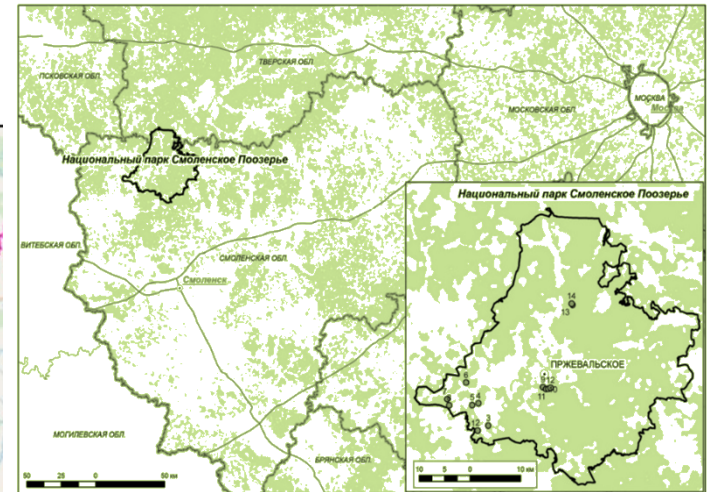
ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

1. Литературный анализ изменений в практике землепользования России и Беларусь в постсоветский период на примере Смоленской и Витебской областей с целью выявления причин массового забрасывания сельскохозяйственных земель
2. Картографирование динамики лесного покрова на заброшенных сельскохозяйственных землях приграничных районов России и республики Беларусь с использованием спутниковых данных
3. Анализ наземных обследований и разработка феноменологических моделей восстановительных сукцессий на заброшенных сельскохозяйственных землях НП «Смоленское Поозерье»

МОДЕЛЬНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

Целью исследования является оценка 25-летней динамики лесного покрова на заброшенных сельскохозяйственных землях приграничных районов России и республики Беларусь.

В качестве модельных территорий выбраны приграничные административные районы, а именно Руднянский район в Смоленской области (Российская Федерация) и Лиозненский район в Витебской области (Республика Беларусь).



Общая площадь национального парка – 146237 га, площадь земельных участков, включенных в границы национального парка без изъятия из хозяйственного использования, – 31728 га

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН

Факторы, определяющие вероятность забрасывания с/х земель в России

Масштабы вывода из оборота сельскохозяйственных земель в постсоветский период зависели от многих факторов, в первую очередь макроэкономических: огромная инфляция, разрыв хозяйственных связей, поток импортного продовольствия, диспропорция между ценами на аграрную продукцию и ГСМ и другие (Люри и др., 2010)

В Смоленской области, по данным Федеральной службы государственной статистики (URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi>), в период 1990-2015 гг. общая численность населения снизилась почти на 200 тыс. человек (17% от уровня 1990 г.), в том числе сельского населения – на 100 тыс. человек. С 1990 по 2006 гг. втрое сократилась суммарная площадь посевов: с 1438,81 тыс. га до 470,7 тыс. га. В 2007-2015 гг., общая тенденция к снижению объемов сельскохозяйственного производства сохранилась: 400,16 тыс. га (2015 год)

В Витебской области (Беларусь) с 1997 г. по 2015 гг. посевные площади снизились с 1166 тыс. га до 956,4 тыс. га (на 18%), в основном в период 1999-2003 гг.: на 239,7 тыс. га. В тоже время увеличилась площадь лугов на 164,3 тыс. га (33% к уровню 1997 г.).

Такое низкое забрасывание с/х земель, вероятно, определялось большей государственной поддержкой сельского хозяйства в Беларуси (Prishchepov et al., 2012).

Правительство Беларуси отменило приватизацию с/х земель и основных фондов совхозов и колхозов в 1994 году и продолжало субсидировать сельское хозяйство. Это гарантировало совхозам и колхозам производить продукцию на выгодных и постоянных ценах.

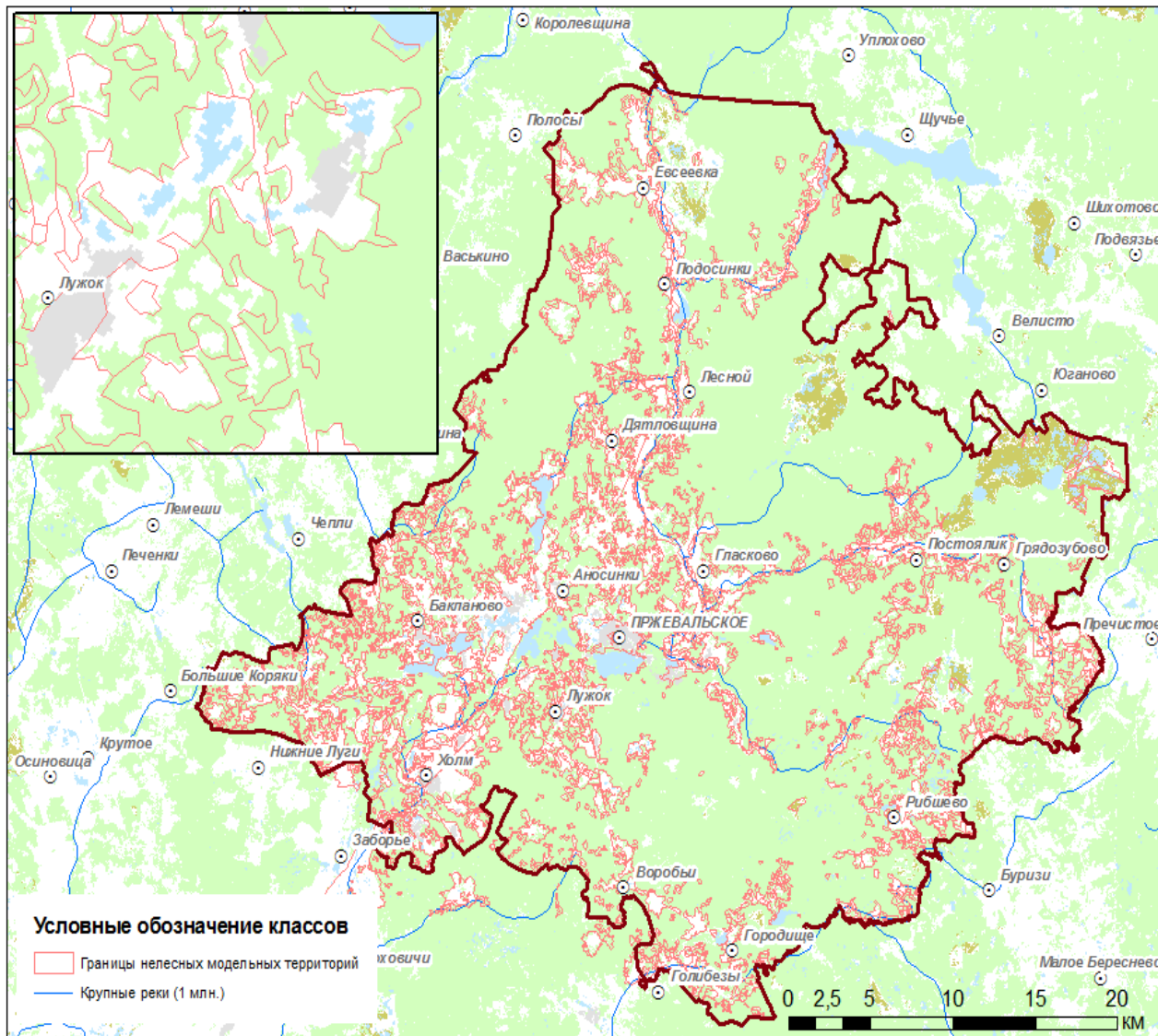
Картографирование динамики лесного покрова на заброшенных сельскохозяйственных землях приграничных районов России и республики Беларусь с использованием спутниковых данных



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ

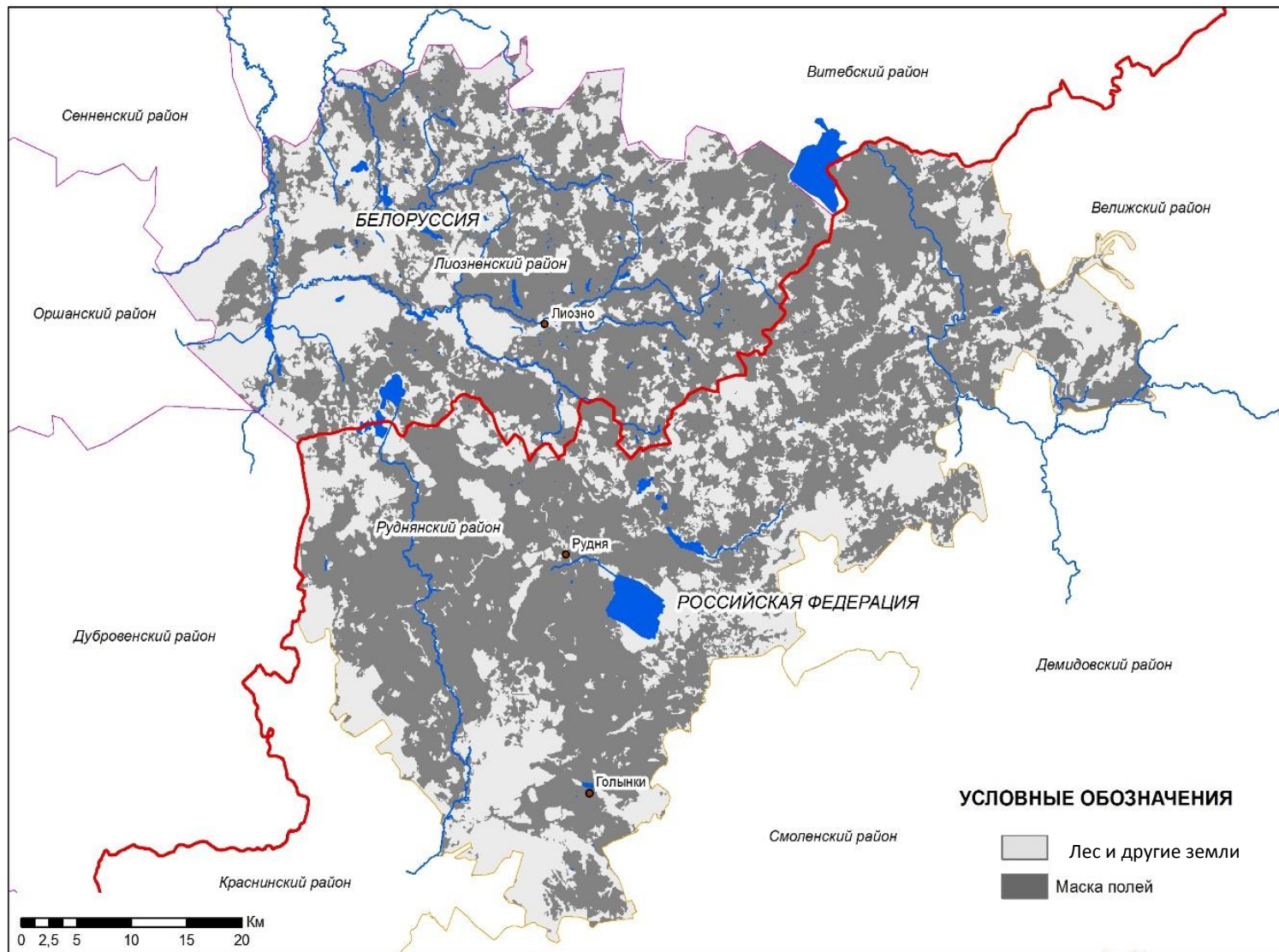
1. Восстановление границ нелесных территорий НП «Смоленское Поозерье», Лиозненского (Беларусь) и Руднянского (Россия) районов на основе исторических картографических материалов и космической съемки детального разрешения
2. Анализ динамики лесного покрова двух районов с использованием Глобального продукта растительности проекта GLAD (Potapov et al., 2015)
3. Предварительная обработка спутниковых изображений Ландсат-4,5,7,8 за период с 1990 по 2015 гг. для создания летних безоблачных изображений с шагом в пять лет
4. Подготовка обучающих эталонных выборок и классификация стадий восстановительных сукцессий за период 1990-2015 гг.
5. Оценка сукцессионных процессов лесных сообществ на основе результатов наземных геоботанических и дистанционных исследований на территории НП «Смоленское Поозерье»
6. Разработка феноменологических моделей смен растительности при изменении характера землепользования

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ С/Х ТЕРРИТОРИЙ НП «Смоленское Поозерье»

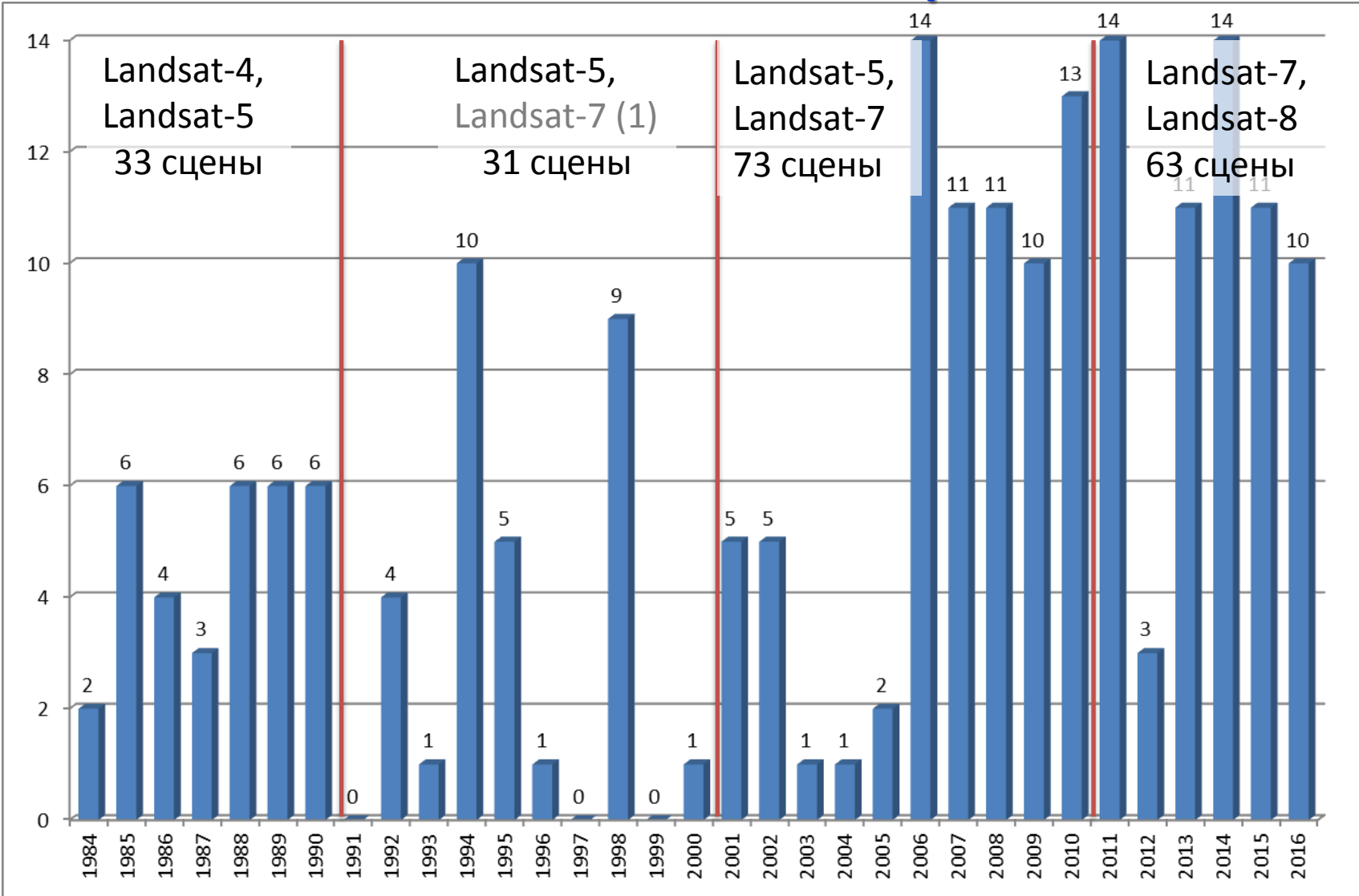


Оцифровка границ нелесных территории Национального Парка «Смоленское Поозерье» проводилась на основе топографических материалов 1970-80 х годов и открытых исторических спутниковых данных разных геопорталов

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ С/Х ТЕРРИТОРИЙ ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНОВ



ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СПУТНИКОВЫМИ ДАННЫМИ ЛАНДСАТ НП «Смоленское Поозерье»



1985-1990 гг.

1991-2000 гг.

2001-2010 гг.

2011-2015 гг.

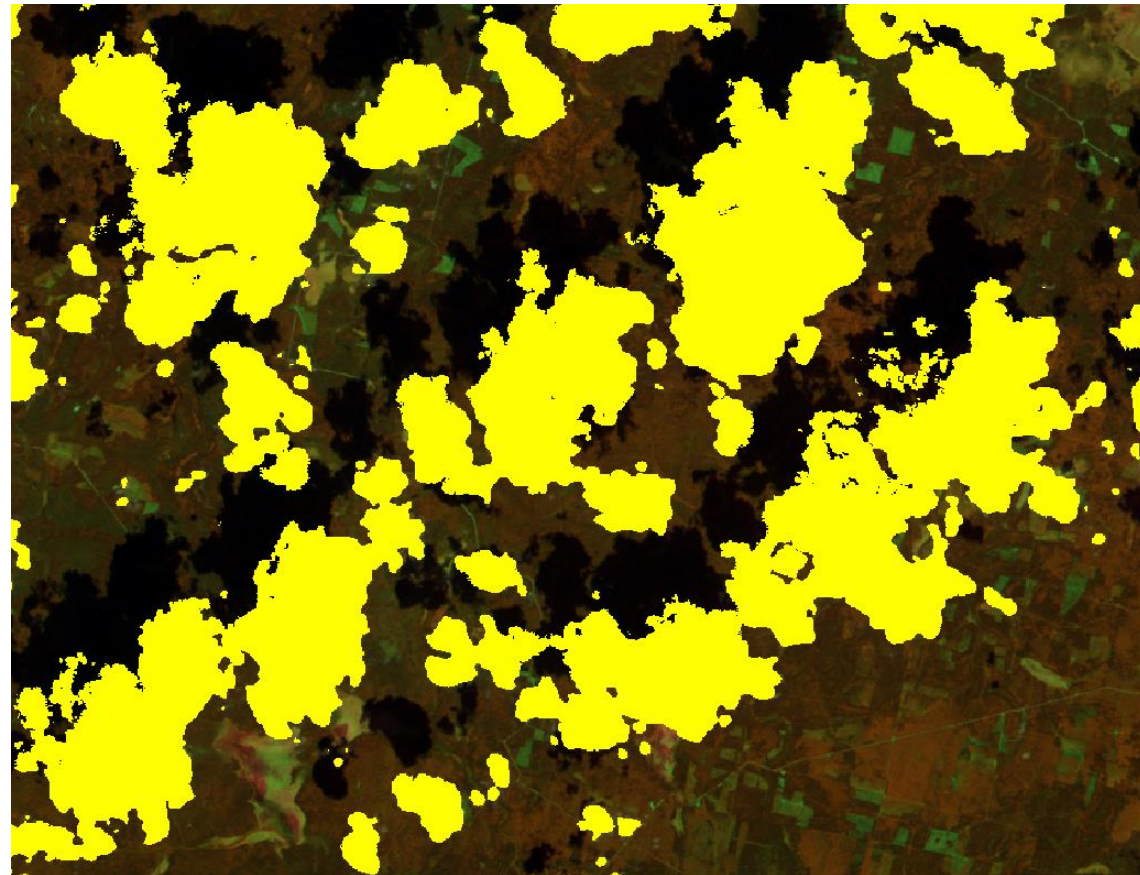
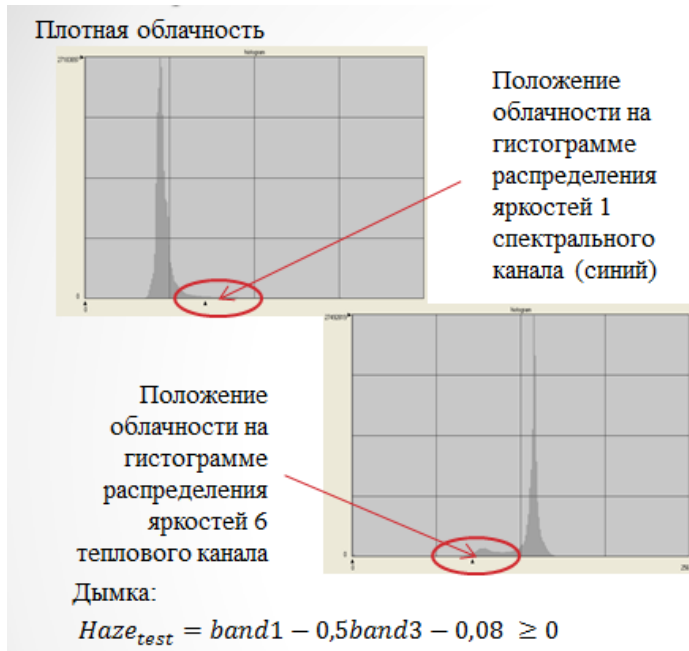
ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ЛАНДСАТ

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. Построение безоблачных композитных изображений с шагом пять лет за период с 1990 по 2015 гг.

МАСКИРОВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ

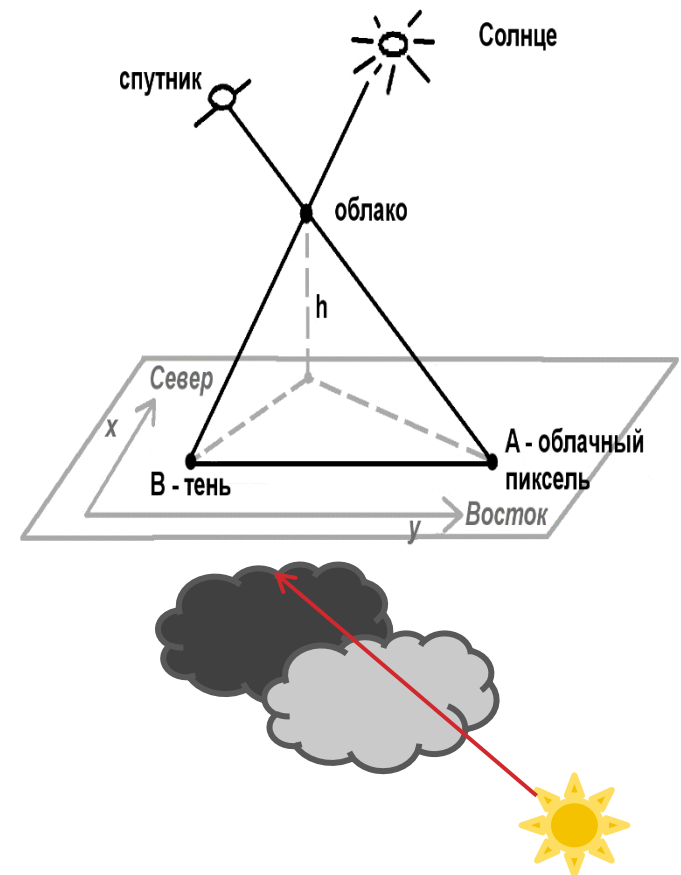
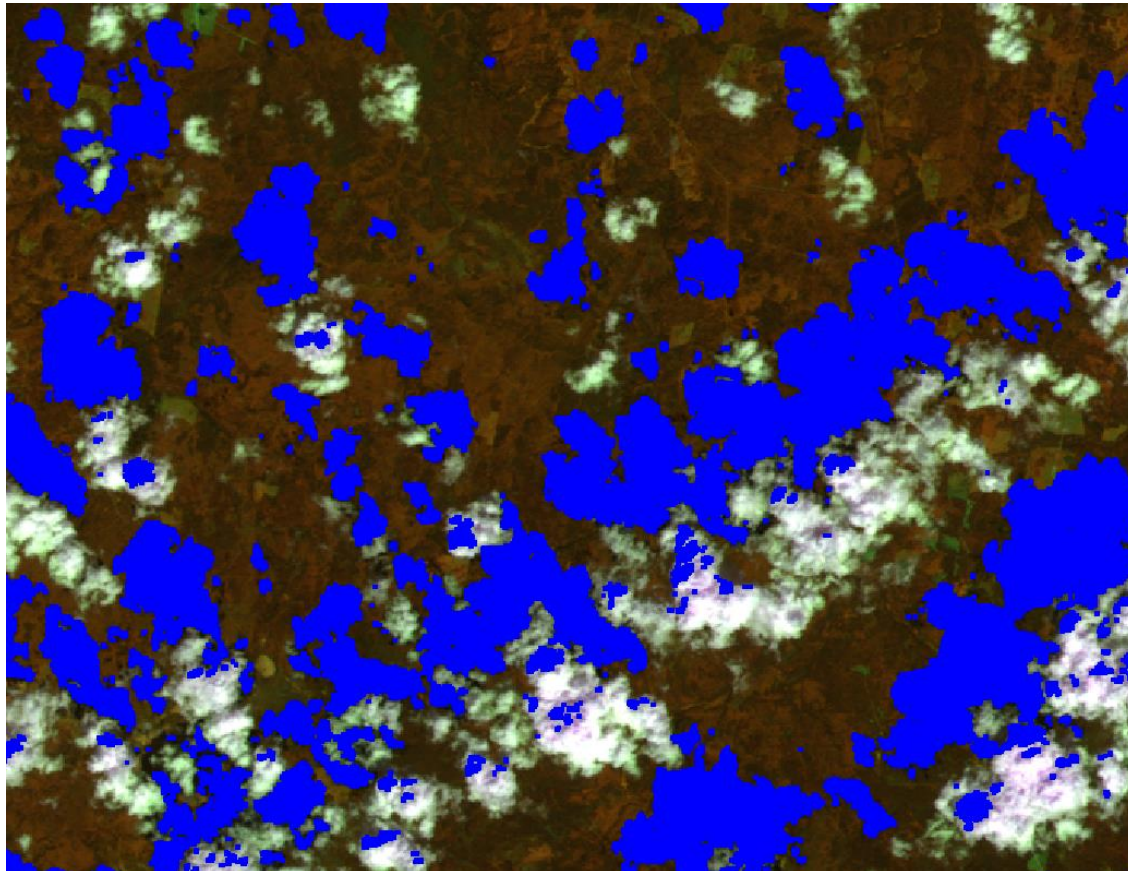
Для построения маски облачности используются 1 канал (0,450-0,515 мкм) видимого диапазона и 6 канал (10,4 - 12,5мкм) теплового диапазона.

С помощью жестко подобранных и адаптивных порогов выделяются участки плотной и тонкой облачности (дымка)



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



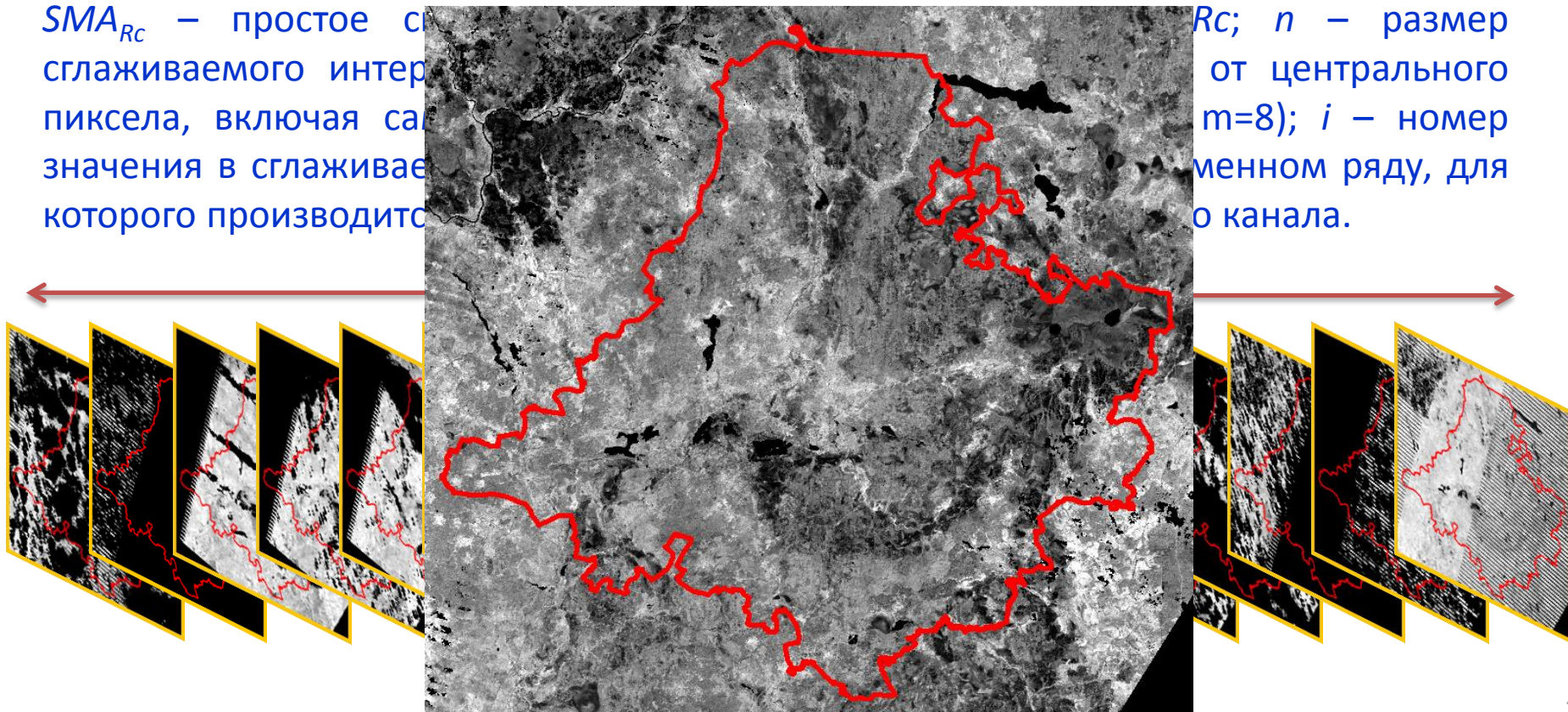
Алгоритм заполнения пропусков в измерениях спектральных каналов

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).

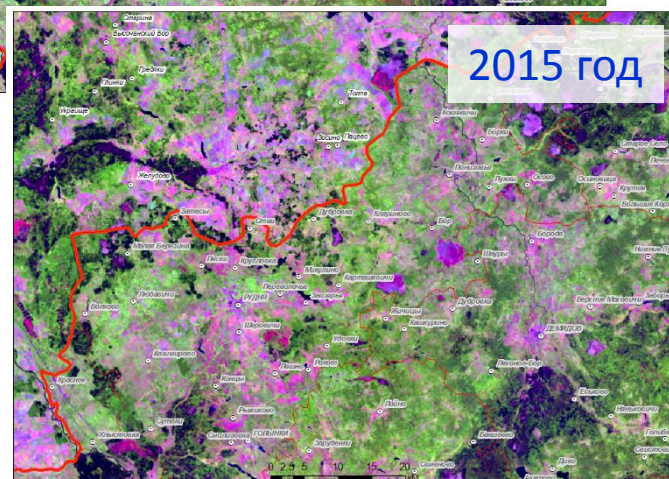
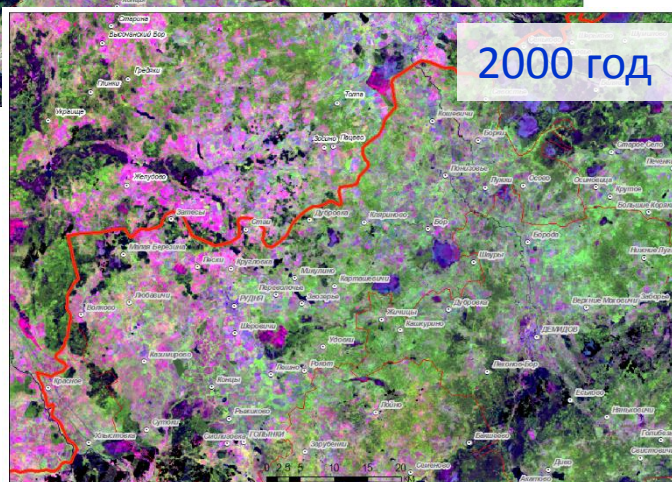
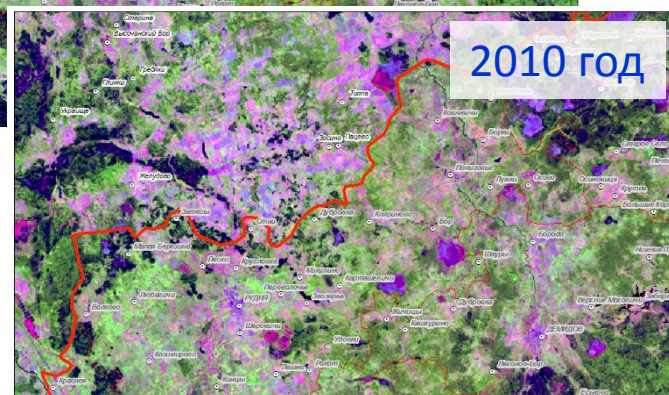
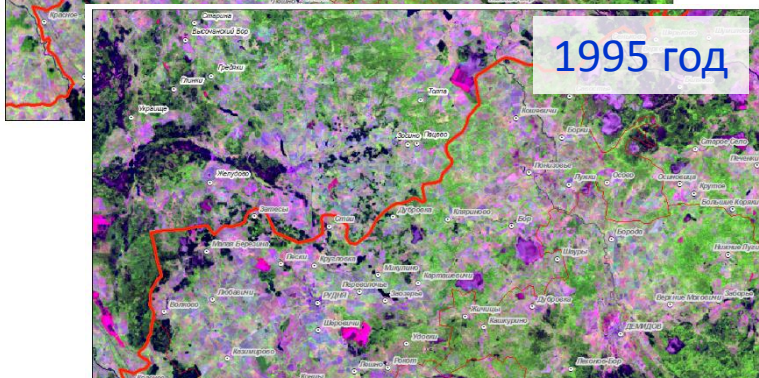
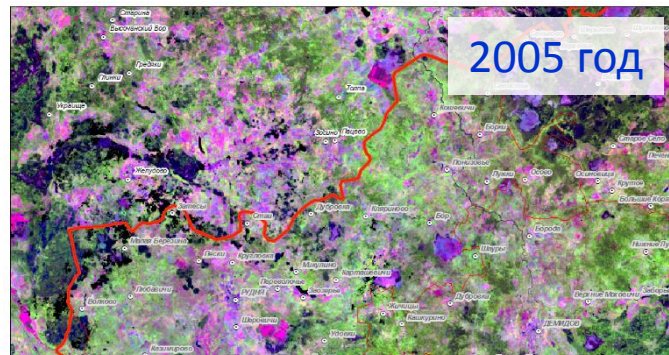
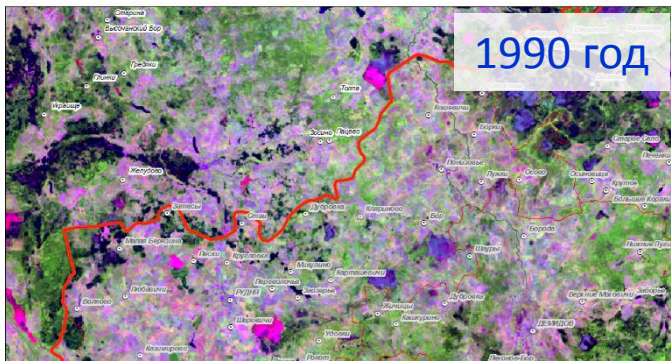
$$SMA_{Rc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-m} R_{c-i} + \frac{R_c}{n} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-m} R_{c+i}, \text{ где}$$

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

R_c ; n – размер от центрального пиксела ($m=8$); i – номер пиксела в i -ом ряду, для i -го канала.

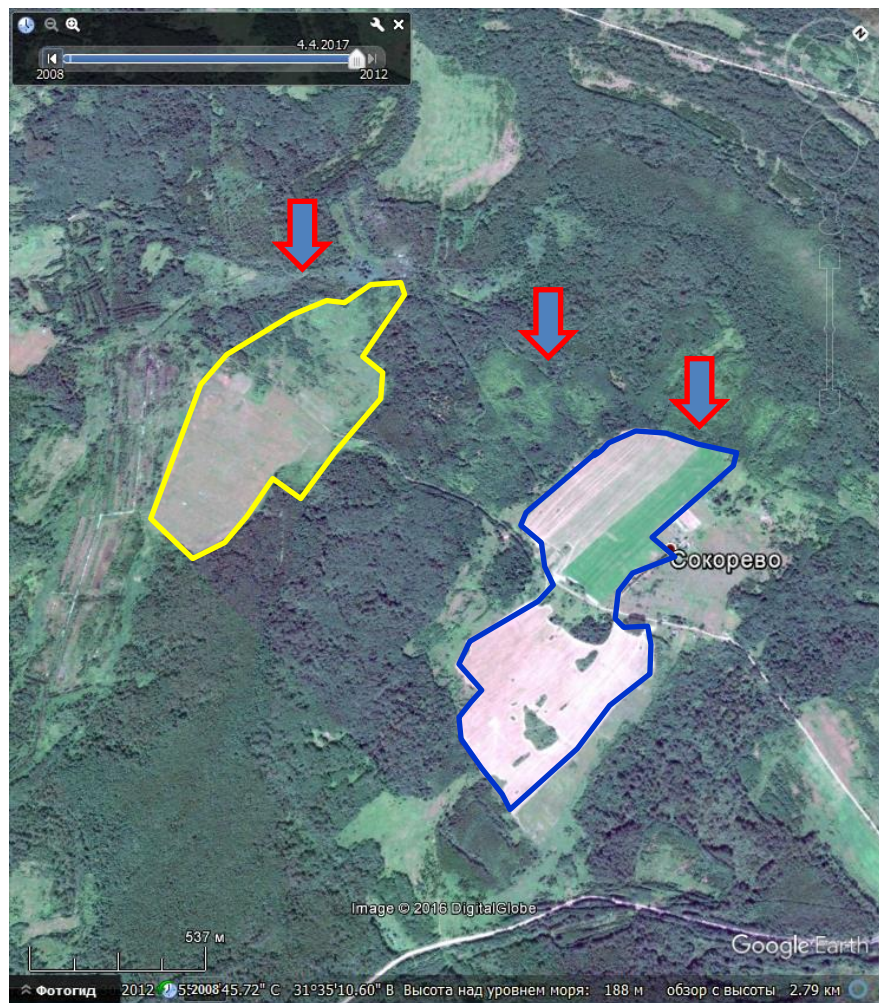


Безоблачные композитные изображения



Подготовка эталонов для анализа динамики и выбора алгоритма классификации

2012 год



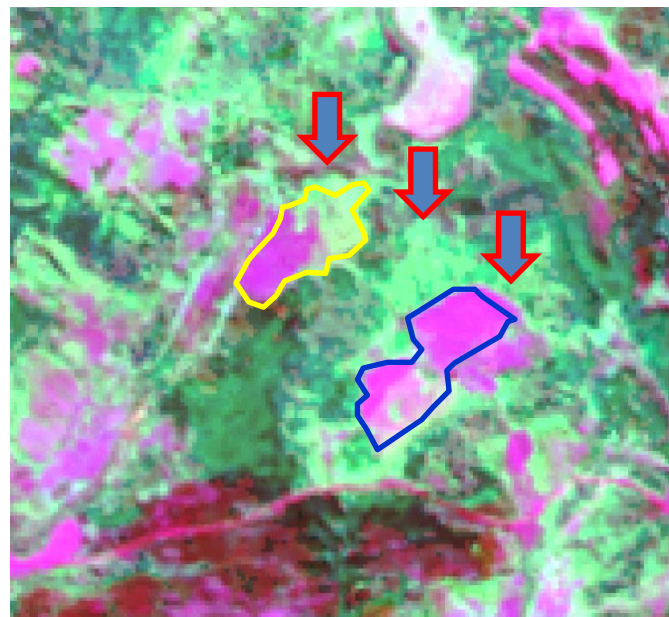
Google Earth, WorldView (2 м)

1990 год



Landsat мозаика(30 м)

2015 год



Матрица ошибок классификации

Класс		Контрольные классы				Сумма	Ошибка, % (ложная тревога)
		1	2	3	4		
ХЛ	1	31/28/24*	0/4/2	0/0/0	0/0/0	31/32/26	0.0/12.5/7.7
ЛЛ	2	0/3/1	119/73/99	3/18/0	0/0/0	122/94/100	2.5/22.3/1.0
ТК	3	0/0/0	1/41/7	65/49/58	0/8/0	66/98/65	1.5/50.0/10.8
ОП	4	0/0/6	0/2/12	6/7/16	24/16/24	30/25/58	20.0/36.0/58.6
Сумма		31/31/31	120/120/120	74/74/74	24/24/24	249	
Ошибка, % (пропуск цели)		0.0/ 9.7/ 22.6	0.8/ 39.2/ 17.5	12.2/ 33.8/ 21.6	0.0/ 33.3/ 0.0		4.0/ 33.3/ 17.7

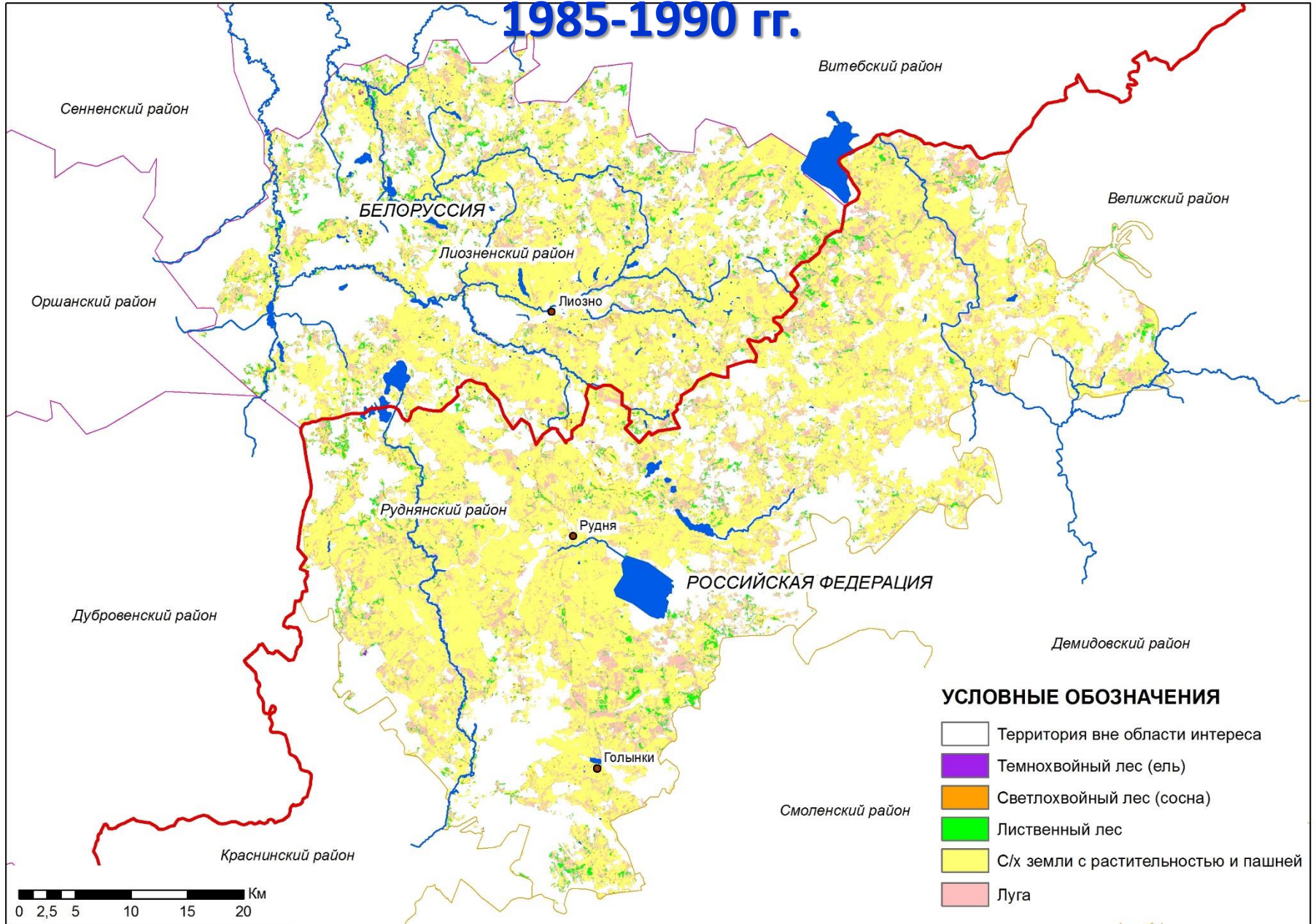
Примечание. Матрица ошибок классификации алгоритмами: «Случайный лес» (Breiman, 2001, Чистяков, 2013), локально-адаптивный алгоритм минимального расстояния в спектральном и географическом пространстве (Ершов и др., 2014) и «максимального правдоподобия» (ERDAS Imagine)

Сокращение классов: ХЛ – хвойный лес, ЛЛ – лиственный лес, ТК – травяно-кустарниковая растительность, ОП – открытая почва.

Обозначение в ячейках таблицы: * - «случайный лес» / «локальное минимальное расстояние» / «максимальное правдоподобие»

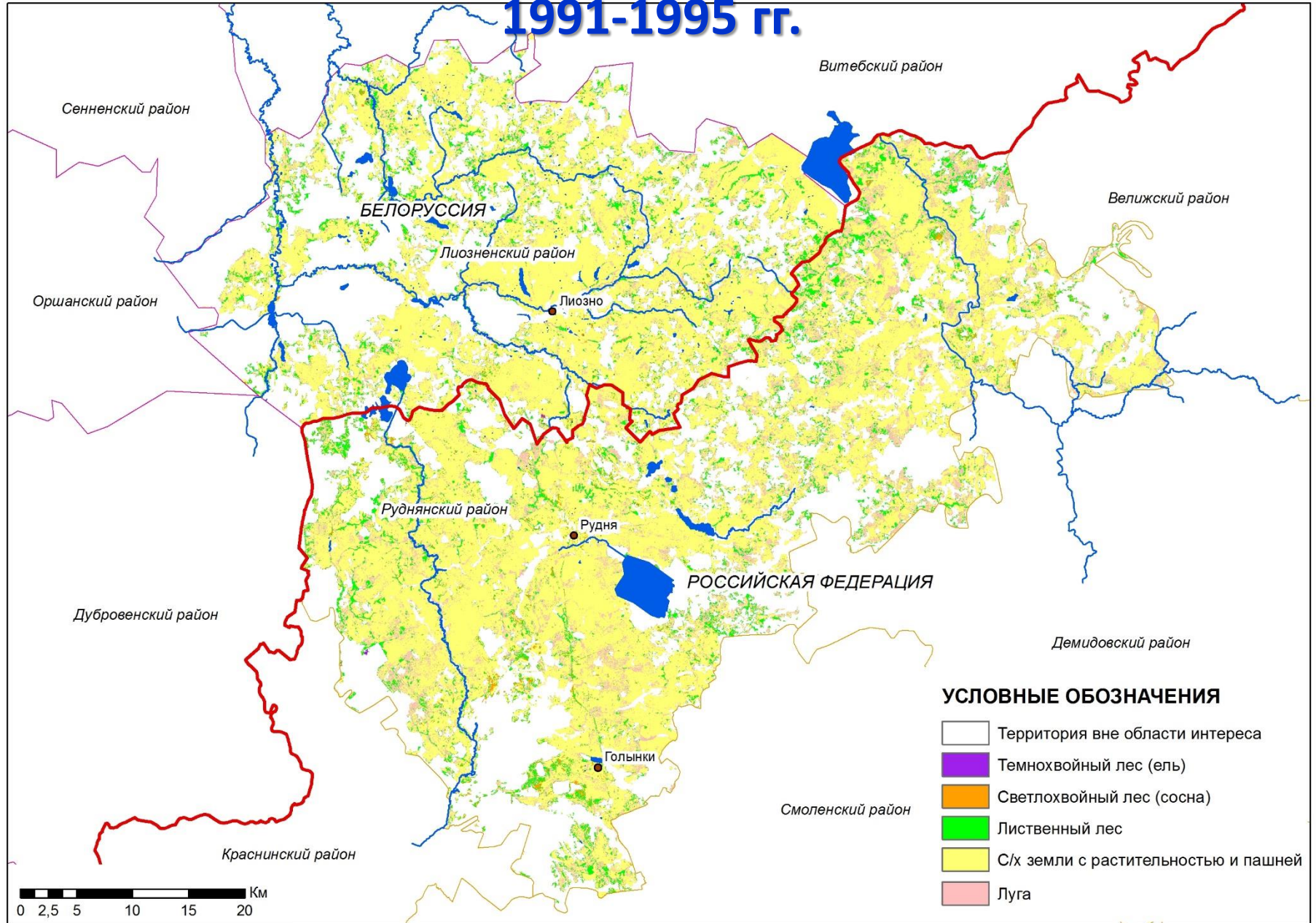
Классификация стадий восстановительных сукцессий

1985-1990 гг.



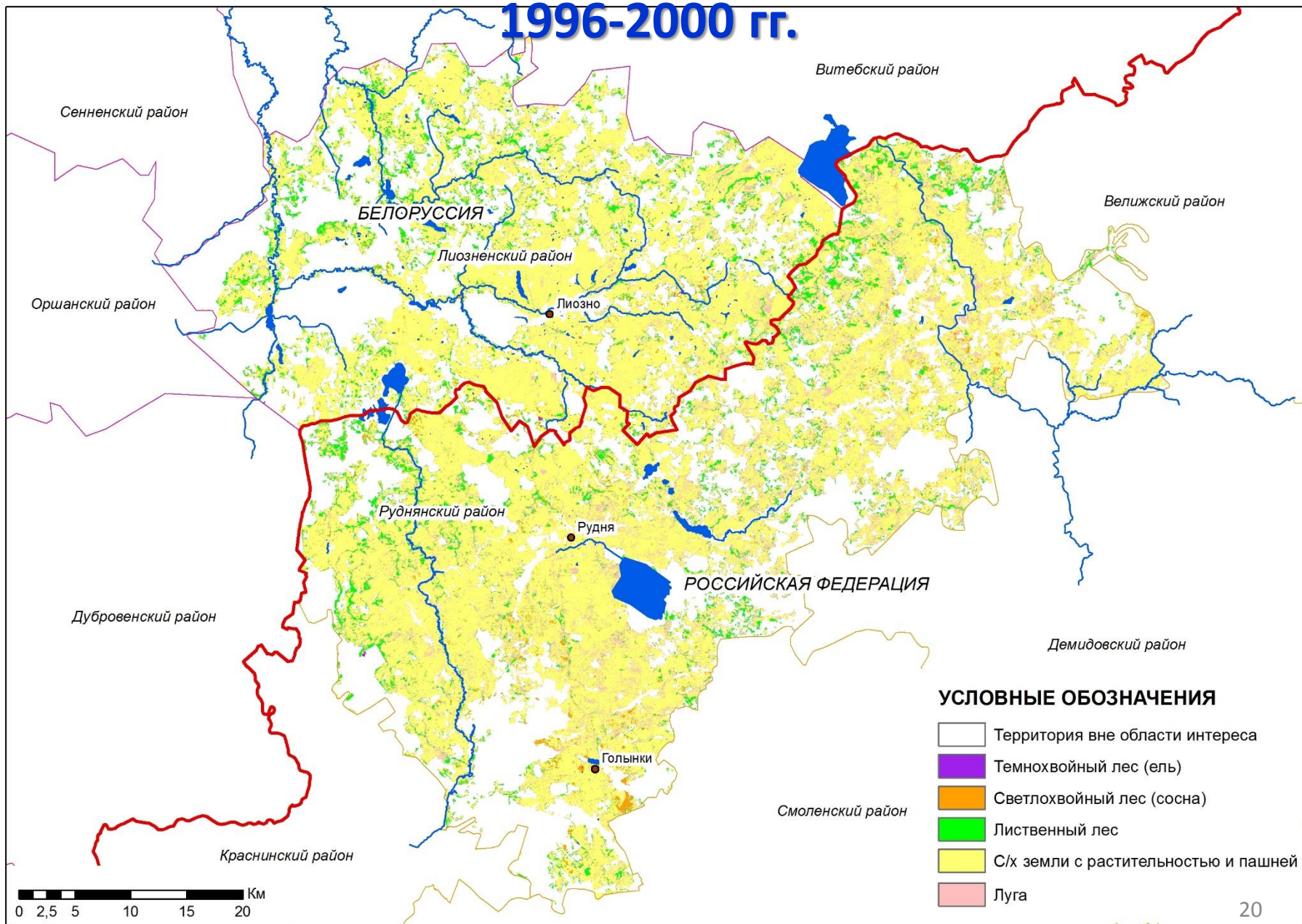
Классификация стадий восстановительных сукцессий

1991-1995 гг.



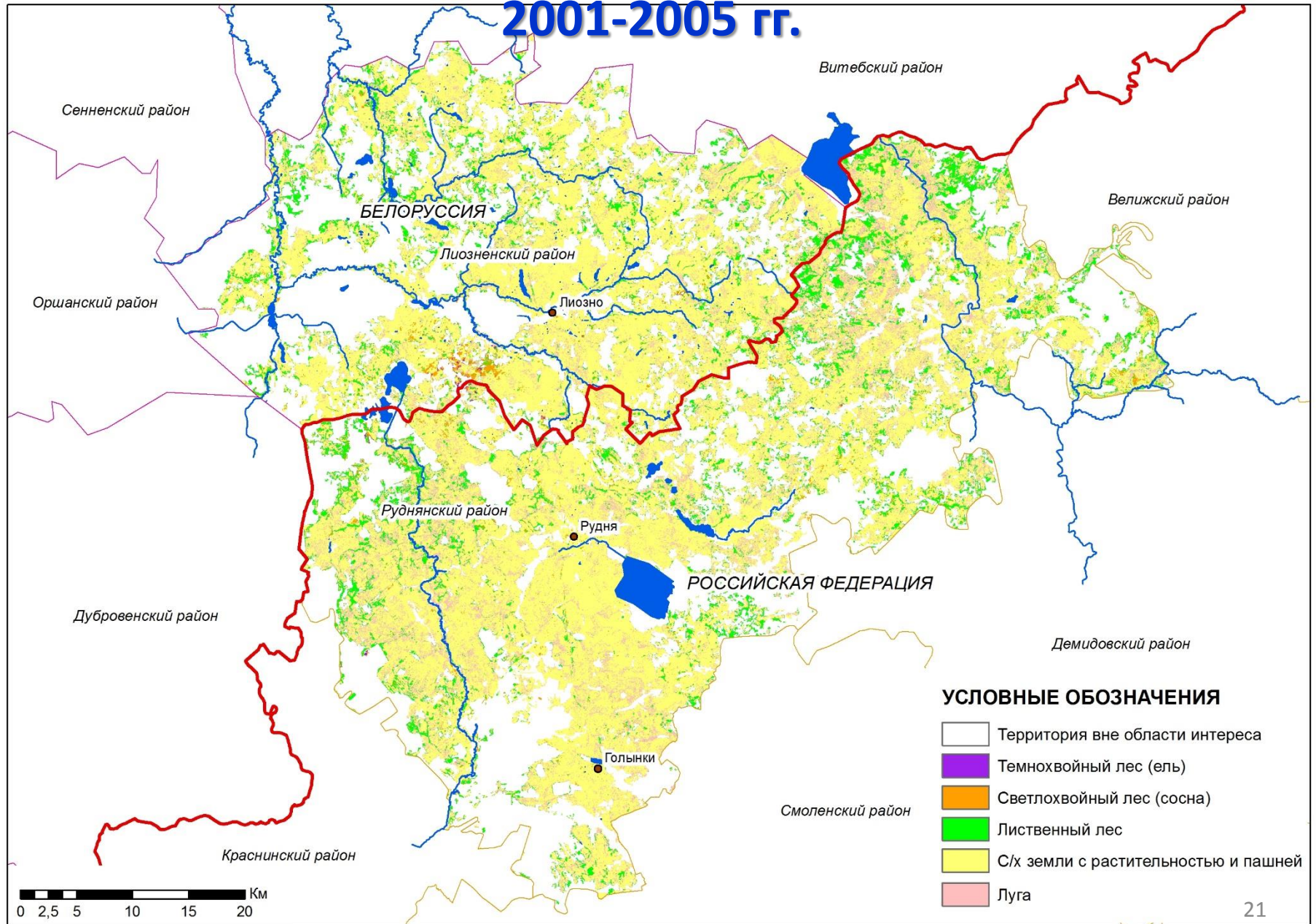
Классификация стадий восстановительных сукцессий

1996-2000 гг.



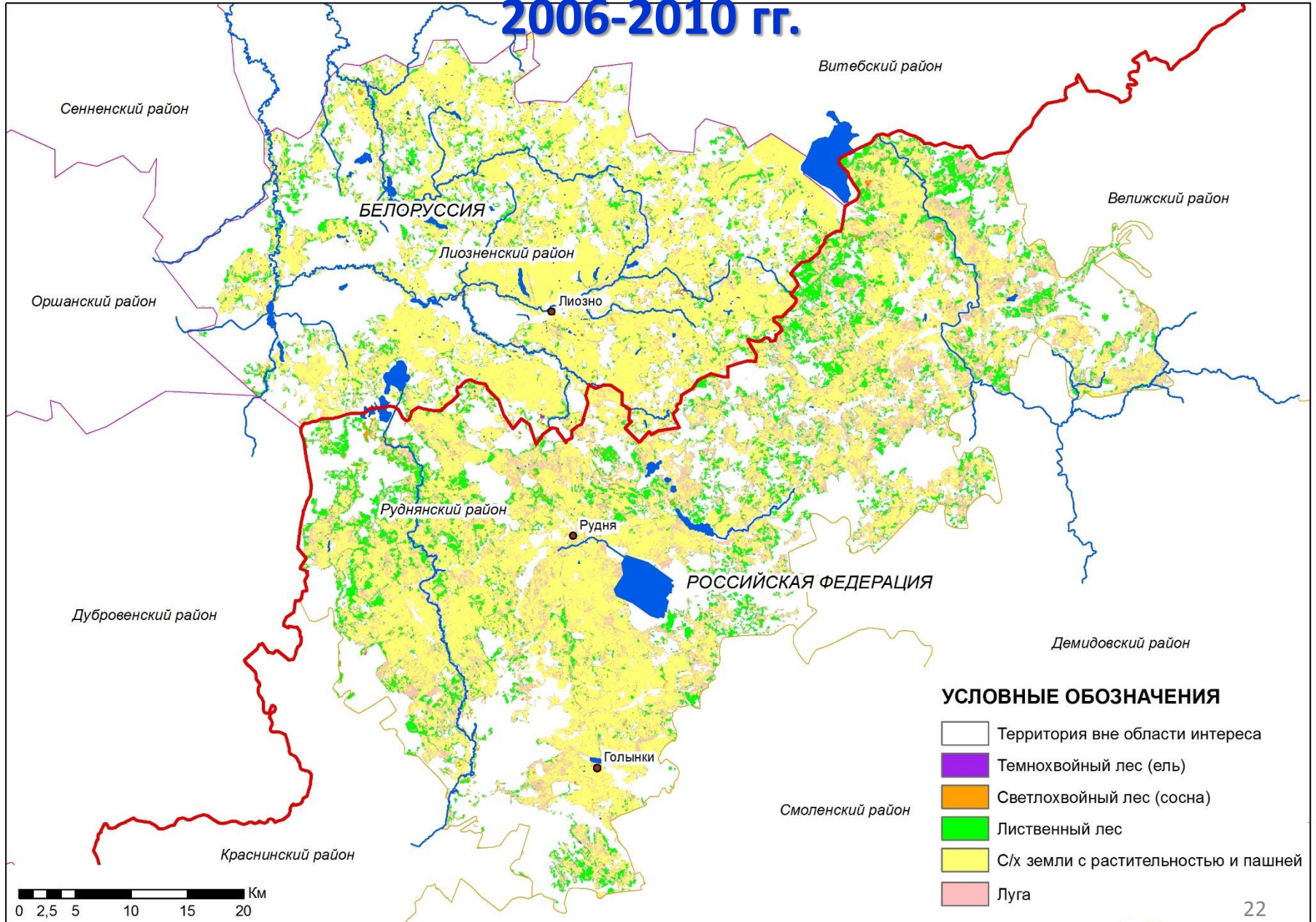
Классификация стадий восстановительных сукцессий

2001-2005 гг.



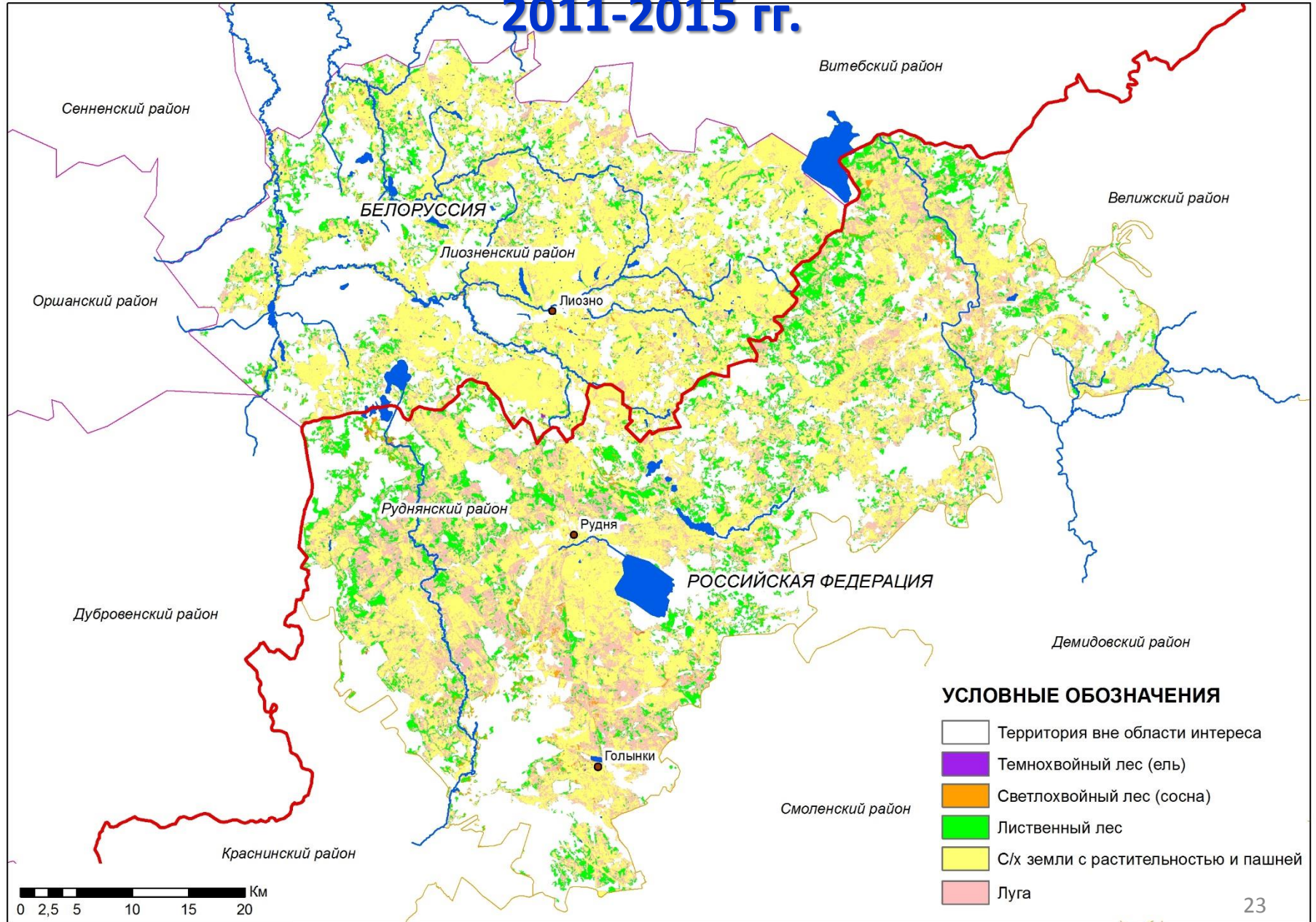
Классификация стадий восстановительных сукцессий

2006-2010 гг.



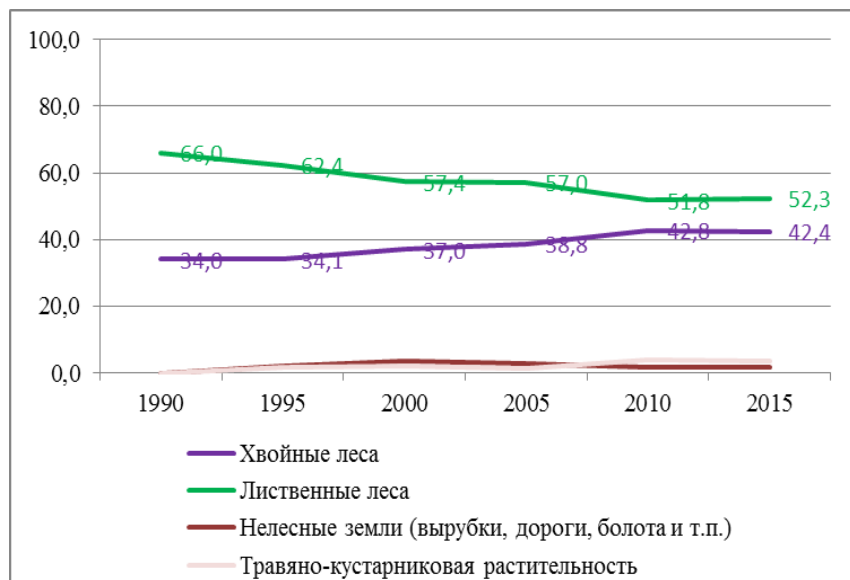
Классификация стадий восстановительных сукцессий

2011-2015 гг.

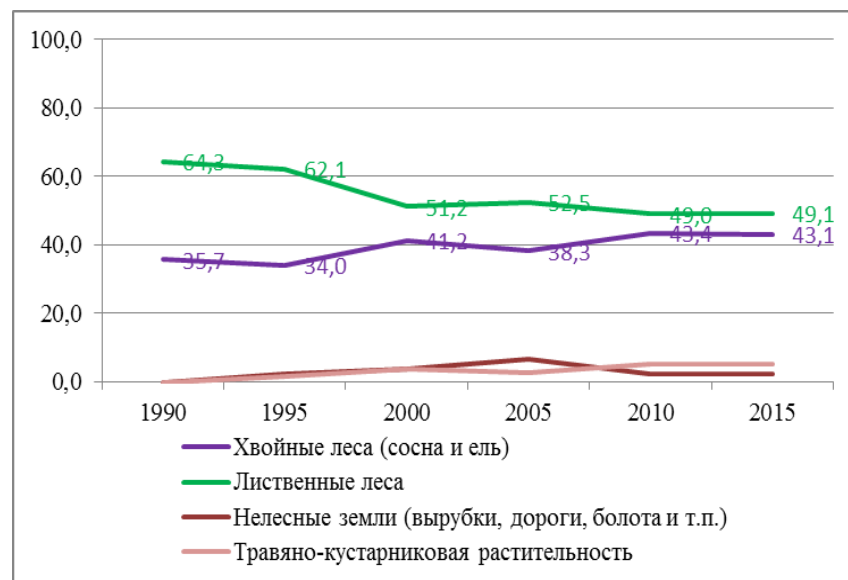


Динамика лесов за период с 1985 по 2012 гг.

Руднянский район (Смоленская область)



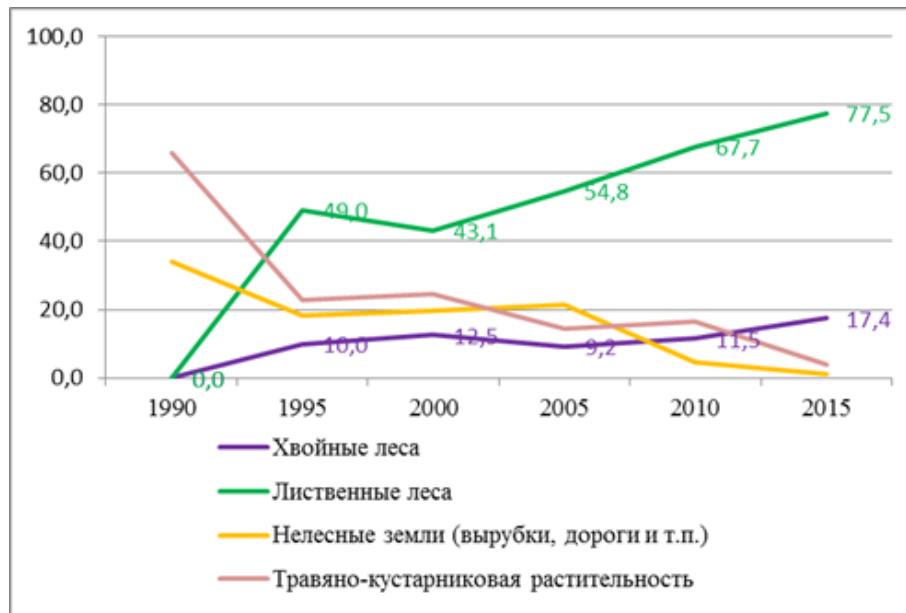
Лиозненский район (Витебская область)



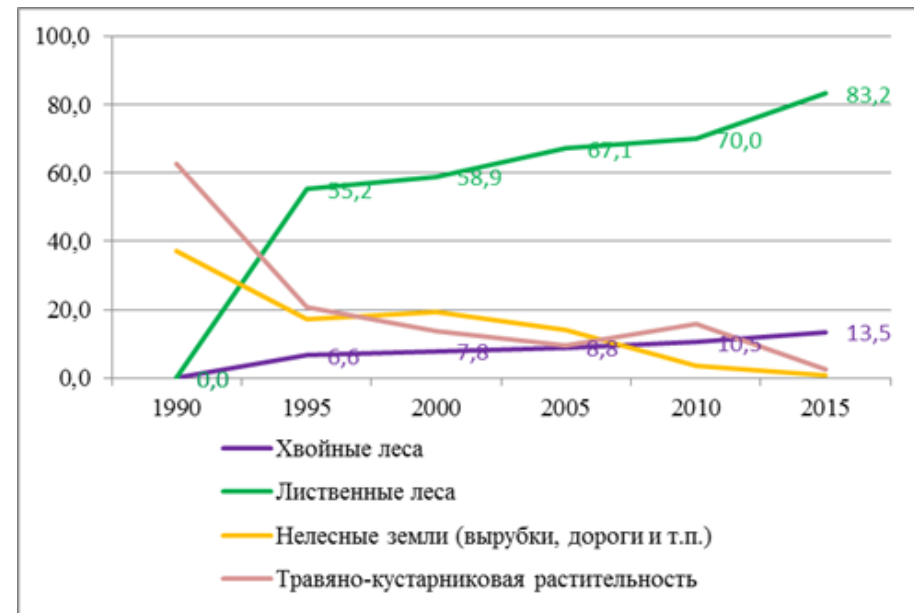
На основе открытых данных о динамике лесного покрова проекта GLAD (Potarov et al., 2015) проанализированы изменения лесистости, соотношение хвойных и лиственных лесов территорий Национального парка «Смоленское Поозерье» и Березинского биосферного заповедника, а также Руднянского и Лиозненского административных районов за период с 1985 по 2012 гг.

Динамика лесов за период с 1985 по 2012 гг.

Руднянский район (Смоленская область)



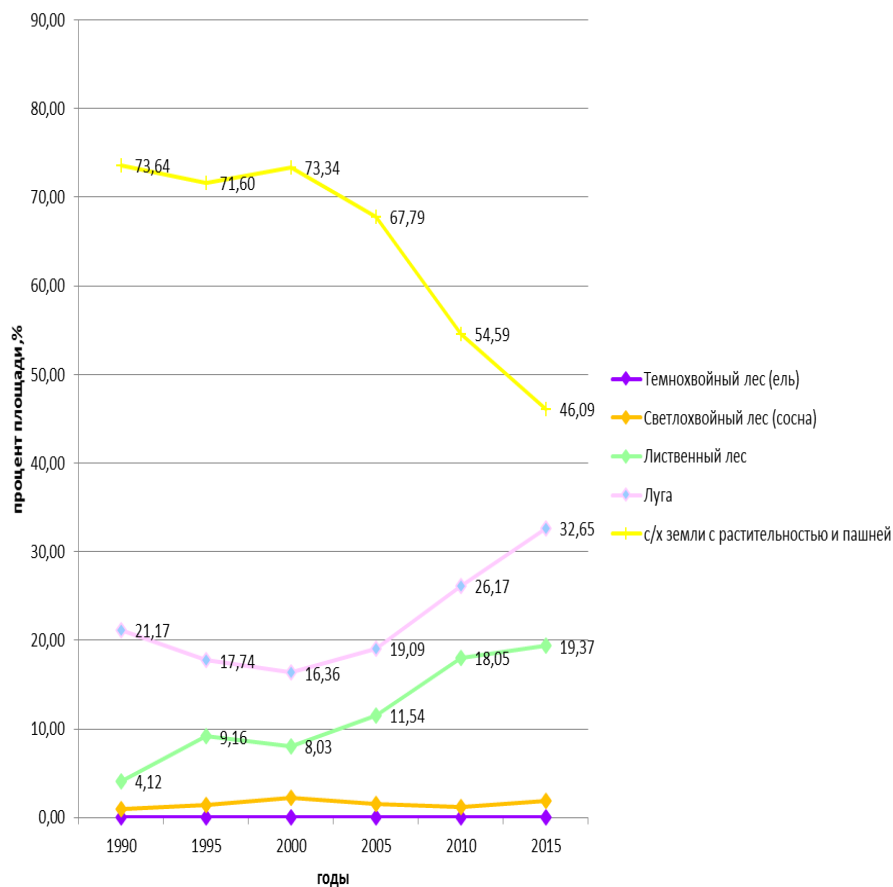
Лиозненский район (Витебская область)



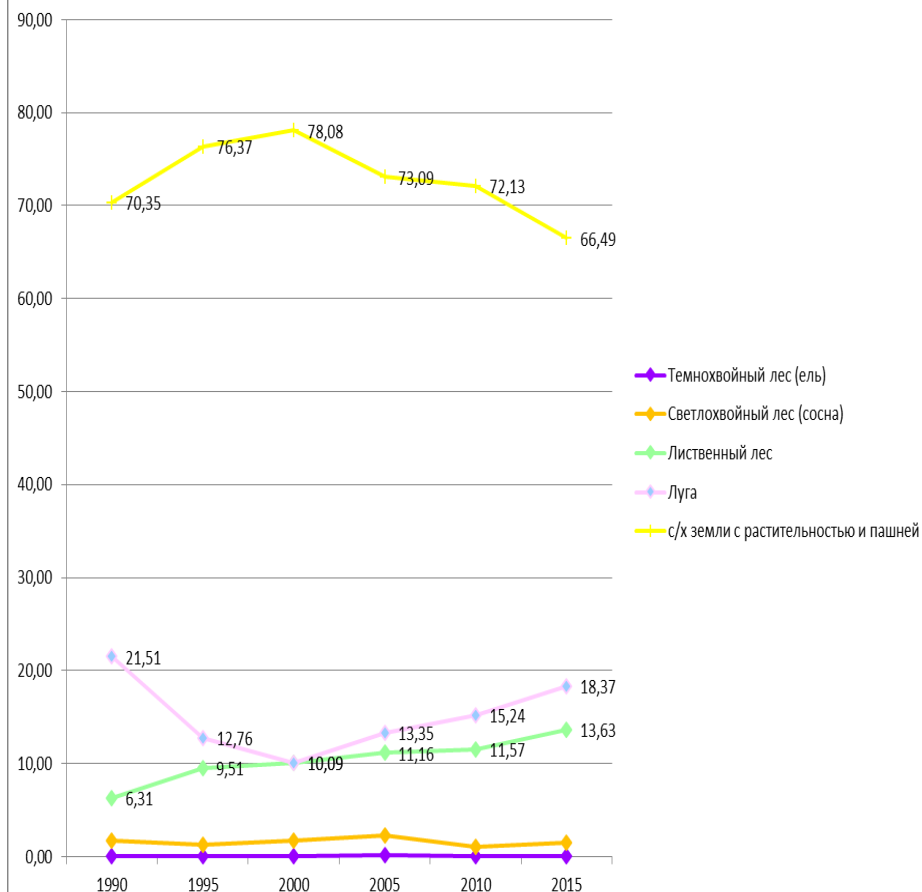
На основе открытых данных о динамике лесного покрова проекта GLAD (Potarov et al., 2015) проанализированы лесовосстановление на непокрытых лесом землях лесного фонда Руднянского и Лиозненского административных районов за период с 1985 по 2012 гг.

Динамика площадей различных стадий восстановительных сукцессий с/х земель за 25 лет дистанционного мониторинга

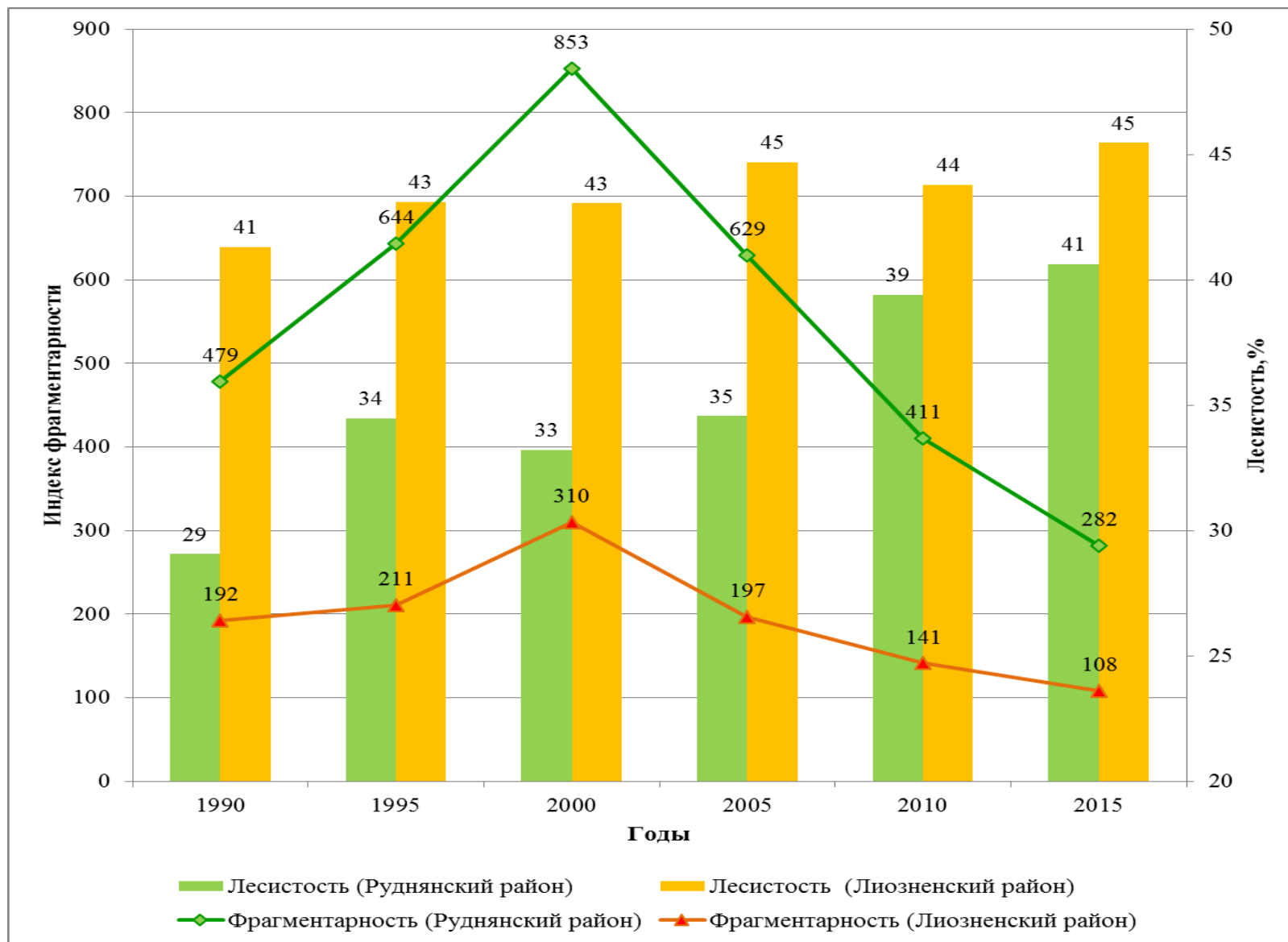
Руднянский район (с/х без деления на пашни и растительность)



Лиозненский район (с/х без деления на пашни и растительность)

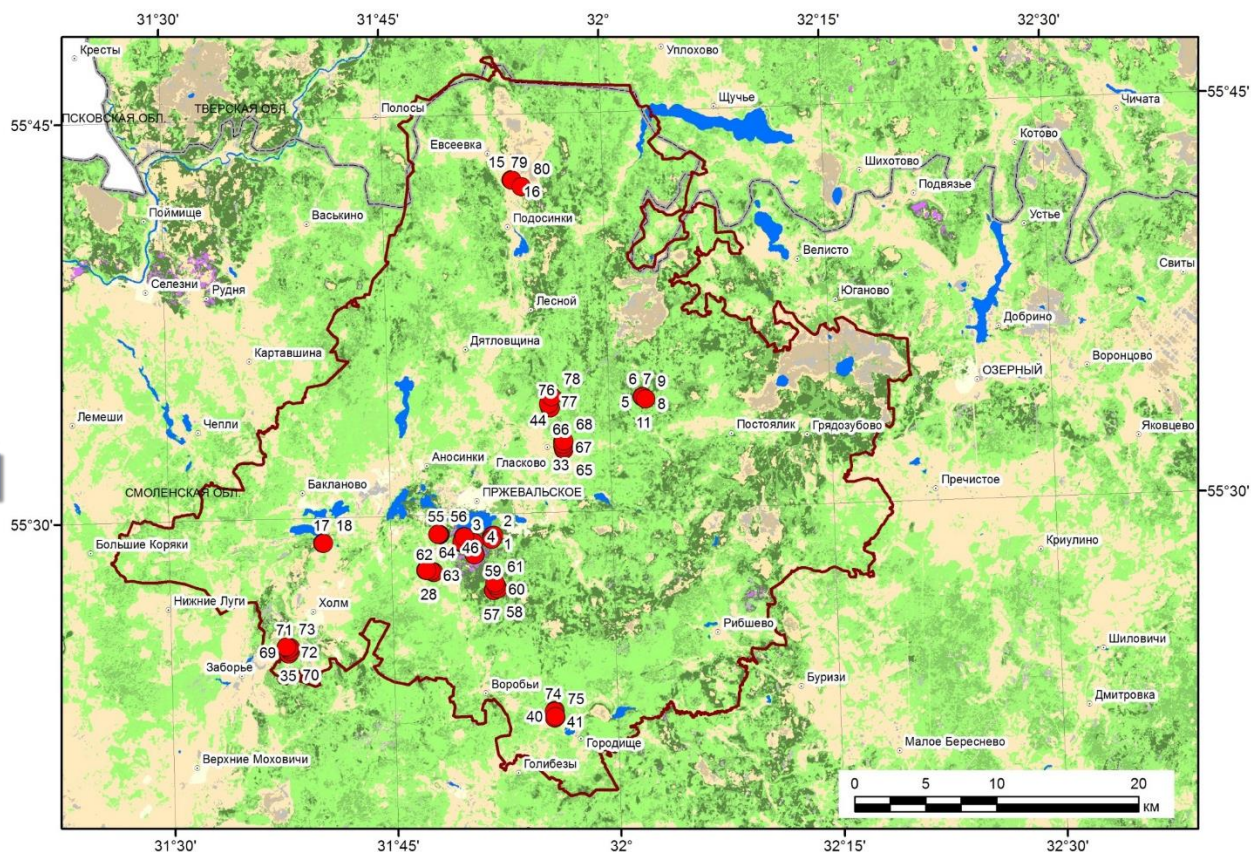


Динамика индекса фрагментарности и лесистости приграничных районов за период с 1990 по 2015 г.



Анализ наземных обследований и разработка феноменологических моделей восстановительных сукцессий на заброшенных сельскохозяйственных землях НП «Смоленское Поозерье»

УЧАСТКИ НАЗЕМНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ 2016-2017 гг.



Поле за деревней Клин

Т. 76. Березовый злаково-малиновый лес

10Б+Ивк

Возраст ~ 30 лет.

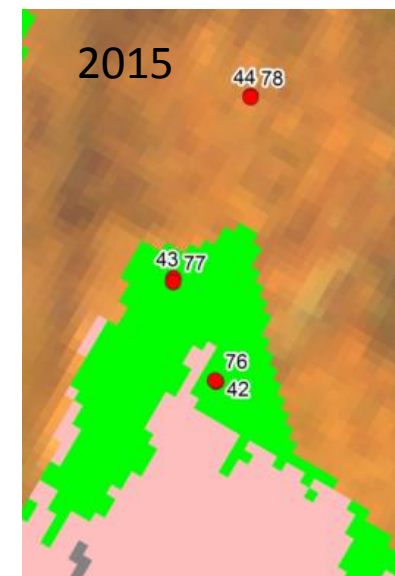
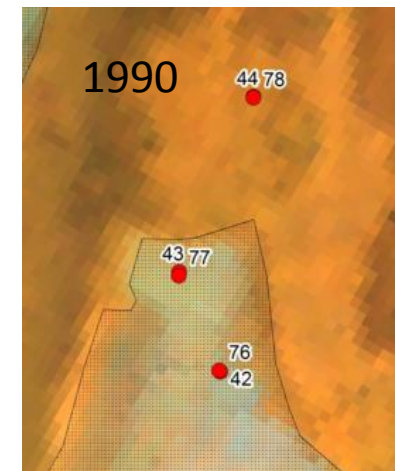
Высота 12-15 м, диаметр 6-15 см



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

6Б2Олс2Ивк. Возраст ~ 25 лет.

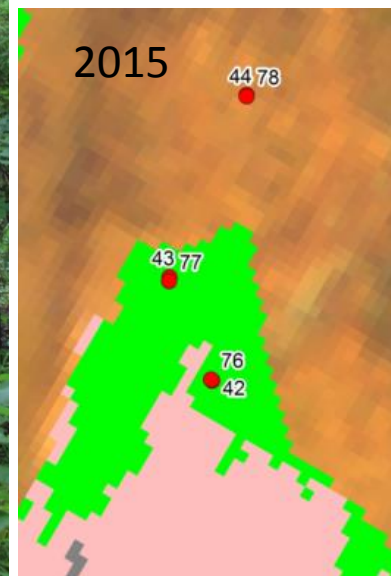
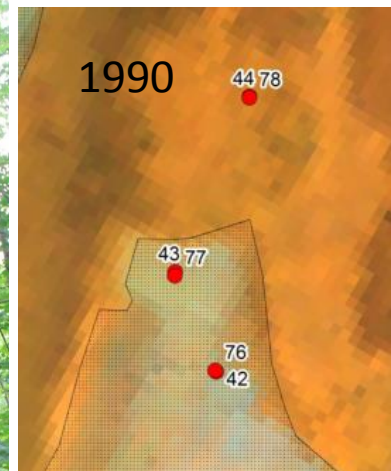
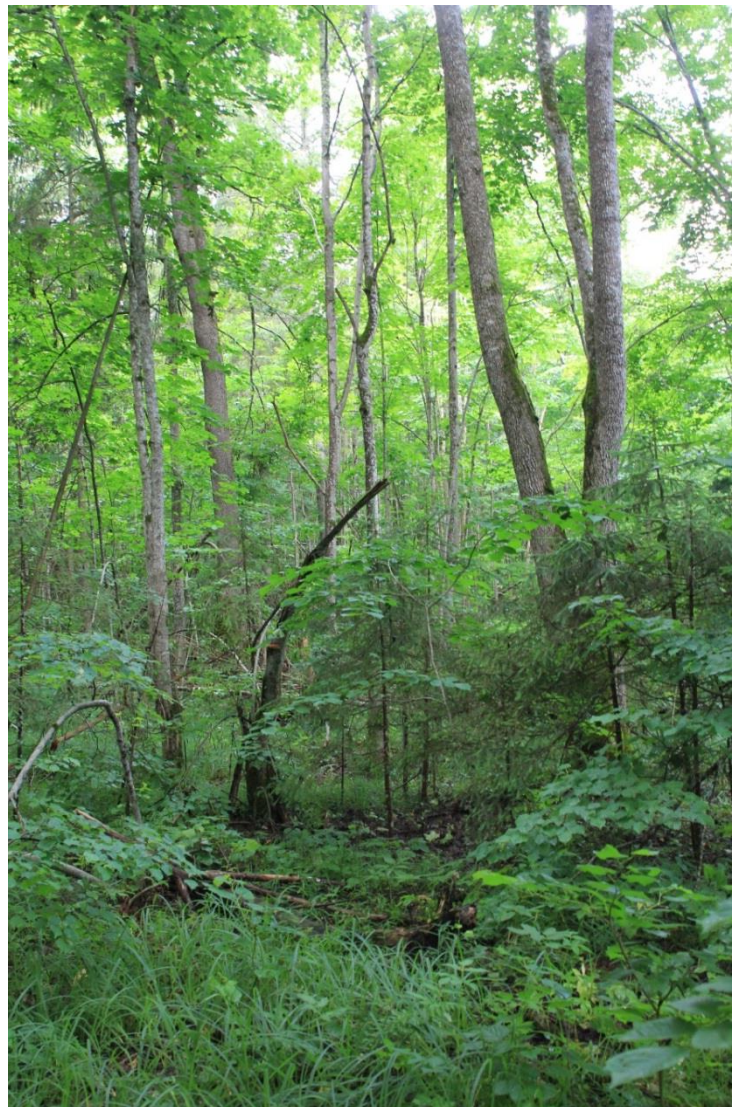
Высота 10-13 м, диаметр 5-12 см



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

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

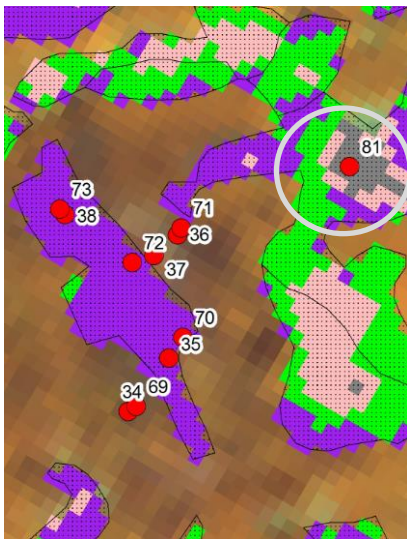
Возраст 65-80 л.



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.

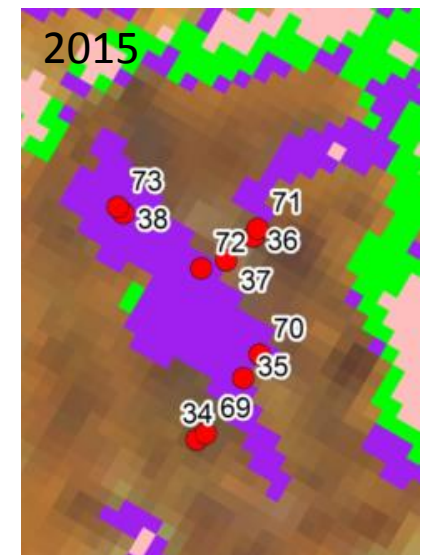
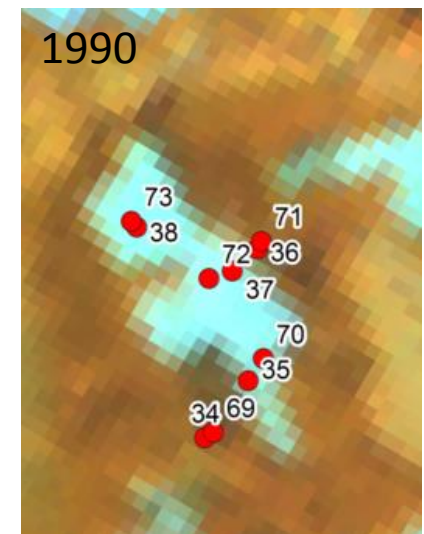
Сосняк и березняк одного возраста, 25 лет, расположенные в непосредственной близости друг от друга. Дифференциация растительности связана с положением в рельефе (березняк – в замкнутом понижении, превышение около 2 метров)



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.

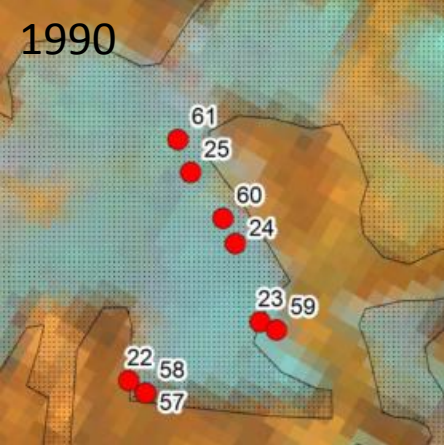


Т.69. Елово-сосновый с березой лес.

9С1Б+Е/9Е1Рб+Кл.

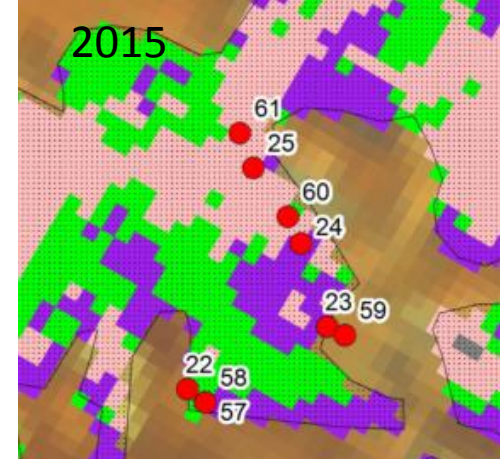
Возраст: сосна 70 лет, ель 50 лет. Высота А1 25-27м, диаметр 30-40(50) см.





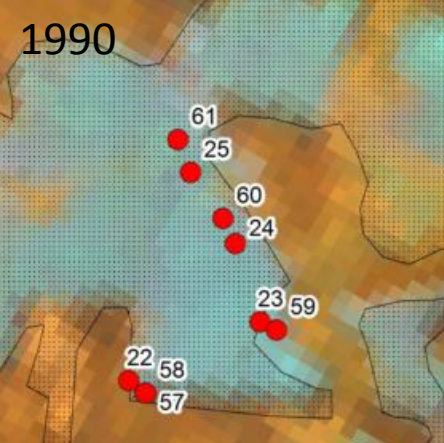
Урочище Заходы

Очень пестрая картина
зарастания (береза, сосна, ель)



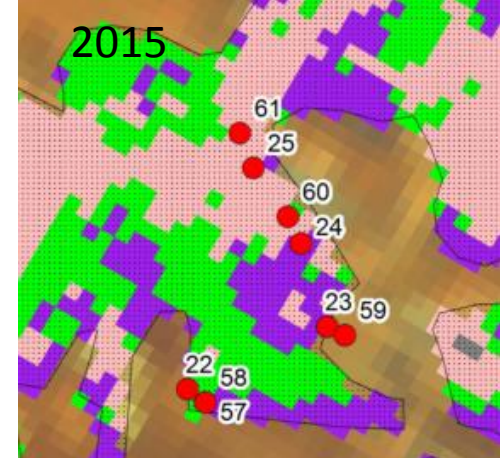
Т.61. Луг разнотравный.
Отдельный подрост
сосны (6-9 лет) и березы



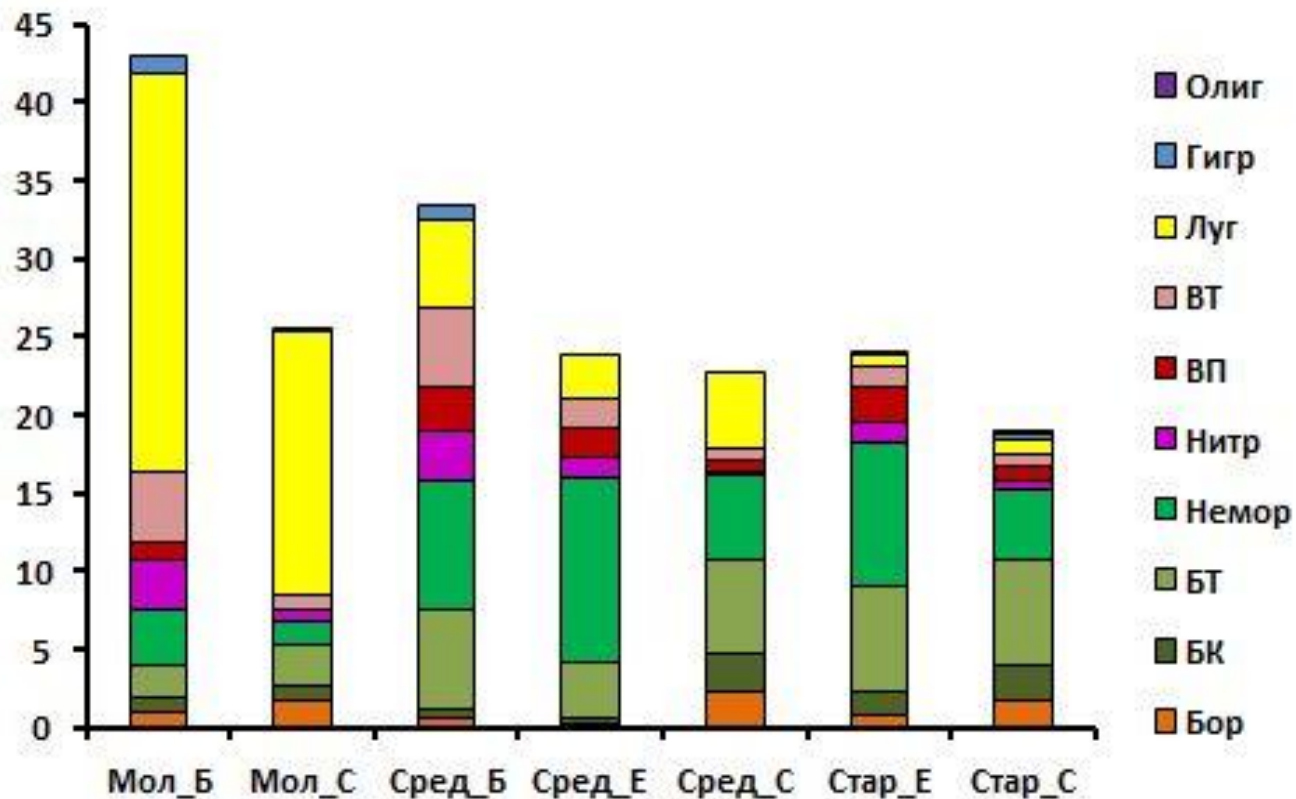


Урочище Заходы

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

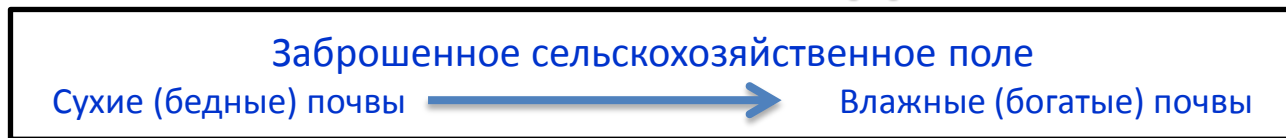


Средняя видовая насыщенность и эколого-ценотическая структура флоры сосудистых растений в лесных сообществах НП «Смоленское Поозерье» на разных этапах восстановительной динамики.

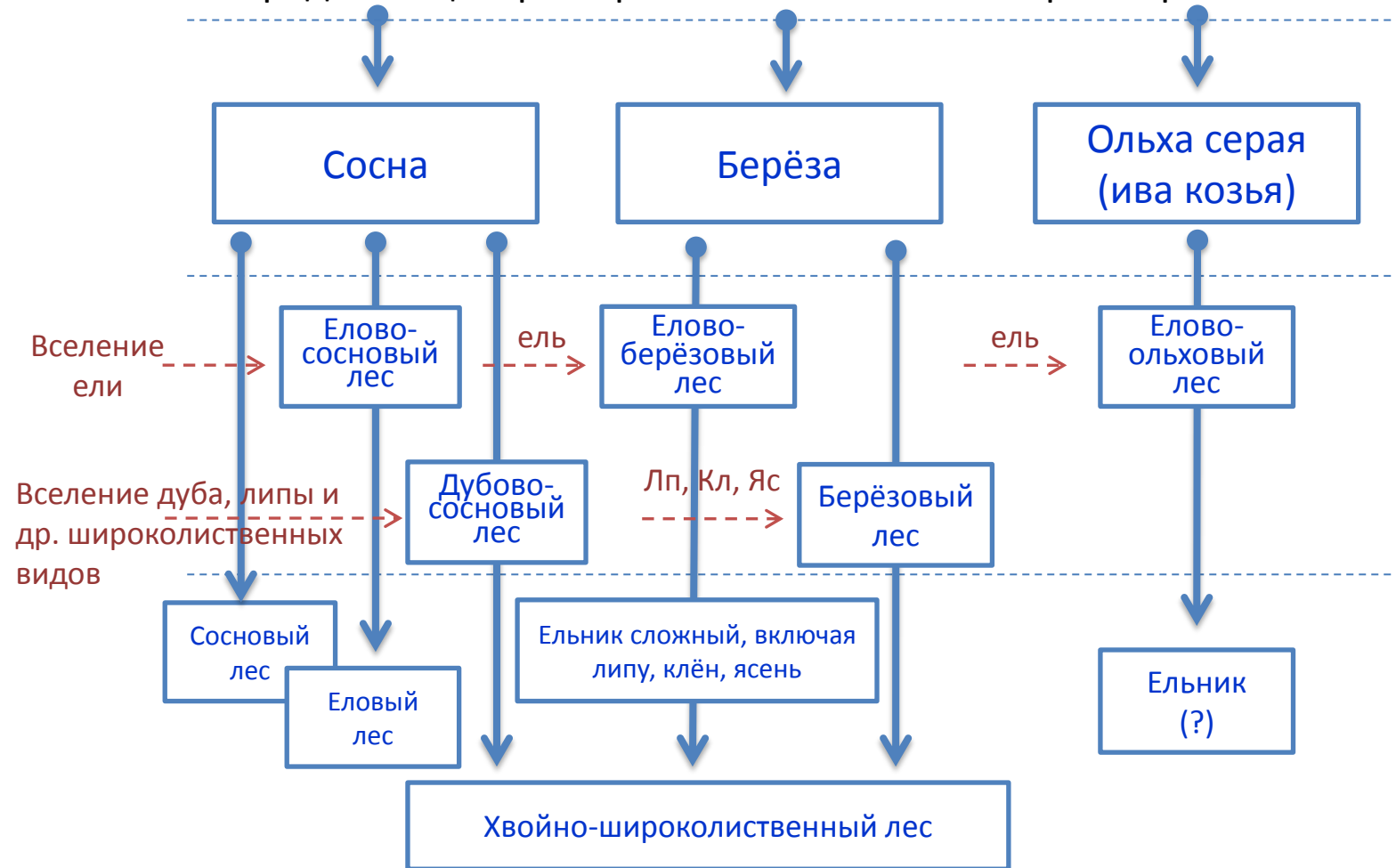


По оси ординат – число видов. Условные обозначения вариантов сообществ: Мол – молодые постагрогенные, Сред – средневозрастные, Стар – старовозрастные; _Б – с доминированием березы, С – с доминированием сосны, Е – с доминированием ели. Условные обозначения эколого-ценотических групп видов: Бор – боровое разнотравье, БК – бореальные кустарнички, БТ – бореальное мелкотравье, Немор – неморальное разнотравье, Нитр – нитрофильное мелкотравье, ВП – крупные папоротники, ВТ – опушечное высокотравье, Луг – луговое разнотравье, Гигр – гигрофильное разнотравье, Олиг – олиготрофно-болотные травы и кустарнички.

СТАДИИ СУКЦЕССИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАЗЕМНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ



Определяющие факторы: влажность почвы и рельеф местности



3-7 лет



Молодняки
15-30 лет



40-60 лет



60-100 лет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Основные причины забрасывания земель в России: сокращение населения в после Великой Отечественной войны, отток сельского населения в города, отсутствие государственной поддержки, разрыв хозяйственных связей и цивилизованного рынка сбыта продукции, гиперинфляция, приток импортного продовольствия, диспропорция между ценами на аграрную продукцию и ГСМ в 1990-е годы.
- Оценка масштабов зарастания выполнялась по временным сериям спутниковых изображений программы LANDSAT (1990-2015). Созданные пятилетние безоблачные летние композиты классифицировались алгоритмом Random Forests (Breiman, 2001) на четыре стадии: с/х культуры или пашня, травяно-кустарниковая растительность, лиственный лес и хвойных лес.
- Результаты показывают, что площадь возделываемых земель Руднянского района (Россия) сократилась с 73,6 до 46,1%, а Лиозненского района (Беларусь) - с 70,4 до 66,5%. Основной вклад в зарастание обоих районов вносят травяно-кустарниковая растительность и лиственные породы. Доля хвойных пород - незначительная (менее 2%).
- Наземное обследование полей НП «Смоленское Поозерье» показало, что постаграрные сукцессии определяются условиями местопроизрастания (рельеф местности, влажность и плодородие почвы, распашка, удаленность от леса), в зависимости от которых на начальном этапе формируются молодняки с доминированием сосны, березы и ольхи серой.
- В ходе сукцессии происходит постепенное восстановление структурных и флористических характеристик постагрогенных лесов и их сближение с субклимаксовыми лесами.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Публикация по результатам исследований:
Лесоведение №2, 2018 г.



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: ershov@ifi.rssi.ru

Моб. тел.: +7 (903) 7958246
Раб. тел.: +7 (499) 7430025
Факс: +7 (499) 7430016

