# Концепция восстановления «естественных» лесов в лесоуправлении по системе добровольной лесной сертификации

**Немчинова А.В.**

**Ассоциация "Национальная рабочая группа по добровольной лесной сертификации", г. Москва**

e-mail: nemanvic@rambler.ru

## Цели исследования

1. Интерпретировать концепцию «более естественного состояния» лесов для разработки требований нового национального стандарта FSC по лесоуправлению.

2. Разработать научный подход прогностической оценки сукцессионного состояния лесных экосистем любой размерности и абсолютного возраста по степени их структурной деградированности/восстановленности («естественности») лесов

# Подходы к восстановлению лесов на нарушенных территориях

- восстановление растительности (древостоев и отдельных видов);
- восстановление структуры и состава растительности до "исходного" – дорубочного состояния экосистемы или до ее "более естественного состояния";
- реставрация функций лесов с учетом динамики процессов и потребностей человека в долгосрочной перспективе;
- реставрация лесных ландшафтов в крупномасштабном приближении.

адаптировано из Stanturf J.A., Palik B.J., Williams M.I., Dumrose R.K., and Madsen P. Forest Restoration Paradigms // Journal of Sustainable Forestry, 33:S161–S194, 2014.

# Требования Единых международных индикаторов FSC системы добровольной лесной сертификации

(International Generic Indicators FSC-STD-01-004 V1-0 EN. Forest Stewardship Council, 2015. 88 p. // IGI Website www.igi.fsc.org).)

1. После проведения лесозаготовок и/или согласно плану управления организация должна обеспечить своевременное восстановление лесного покрова до его исходного (до начала рубки) состояния или до «более естественного состояния» методами естественного или искусственного возобновления.

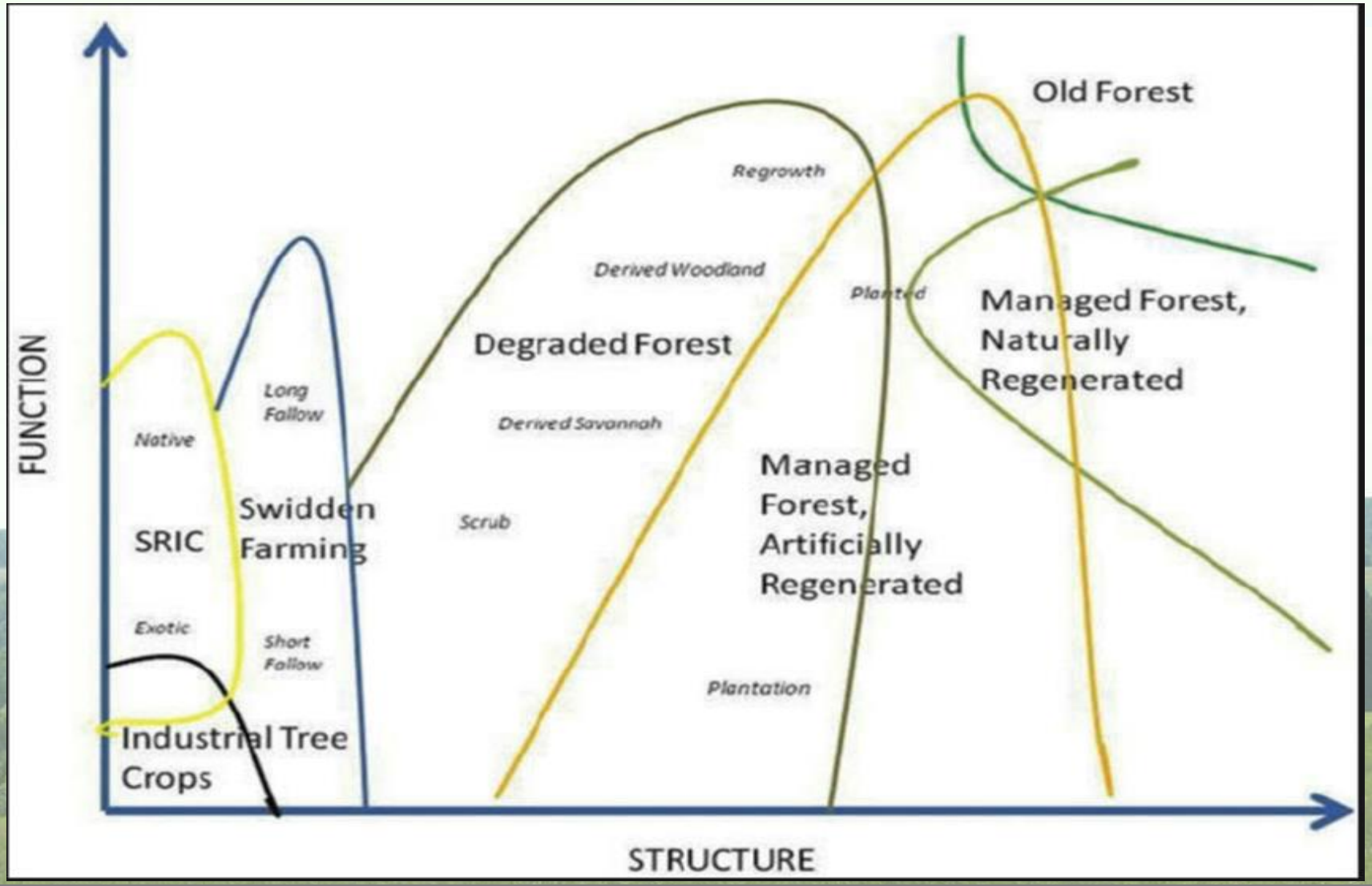
2. Организация должна выявлять и сохранять репрезентативные участки природных экосистем и/или восстанавливать их до «более естественного состояния». При отсутствии репрезентативных участков или их недостаточной площади организация должна восстановить часть единицы управления «до более естественного состояния».

FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship Supplemented by Explanatory Notes and Rationales FSC-STD-01-001 V5-0 D4-9 . Forest Stewardship Council, 2015. 151 p. // IGI Website m.fecht@fsc.org

## Вопросы к науке:

- Какое насаждение считать эталоном в точке начала и в конечной точке восстановительной сукцессии?
- Какова "естественная" растительность в меняющейся окружающей среде (Sprugel (1991))?
- Осуществимо ли восстановление к прошлым состояниям?
- Каков предел антропогенного или иного (природного катастрофического) влияния, поворачивающего ход развития лесной экосистемы в сторону деградации?
- Что в обществе считается "деградацией леса"?
- Как восприятие практиком степени антропогенной нарушенности лесной экосистемы влияет на управление восстановительными процессами, в прошлом и в будущем?"

# Какое насаждение считать эталоном в точке начала и в конечной точке восстановительной сукцессии?




Stanturf JA and Madsen P. What is forest restoration? // Restoration of boreal and temperate forests. CRC Press, Boca Raton, Fla. 2005. P. 3-11

# Что в обществе считается “деградацией леса”?

**Разнопредметное понимание деградационных процессов и смысловые варианты употребления термина «деградация лесов»:**

**от лат. *degradatio* – буквально снижение, понижение**

КОЛЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

- проблемы сведения лесов
- проблемы усыхания лесов
- снижение продуктивности лесов и углеродного баланса
- снижение прироста насаждений

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

- снижение уровня биоразнообразия лесов
- утрата жизнеспособности лесных насаждений
- пораженность насаждений вредителями и болезнями
- снижение жизнестойкости, прироста, повреждение и гибель отдельных деревьев

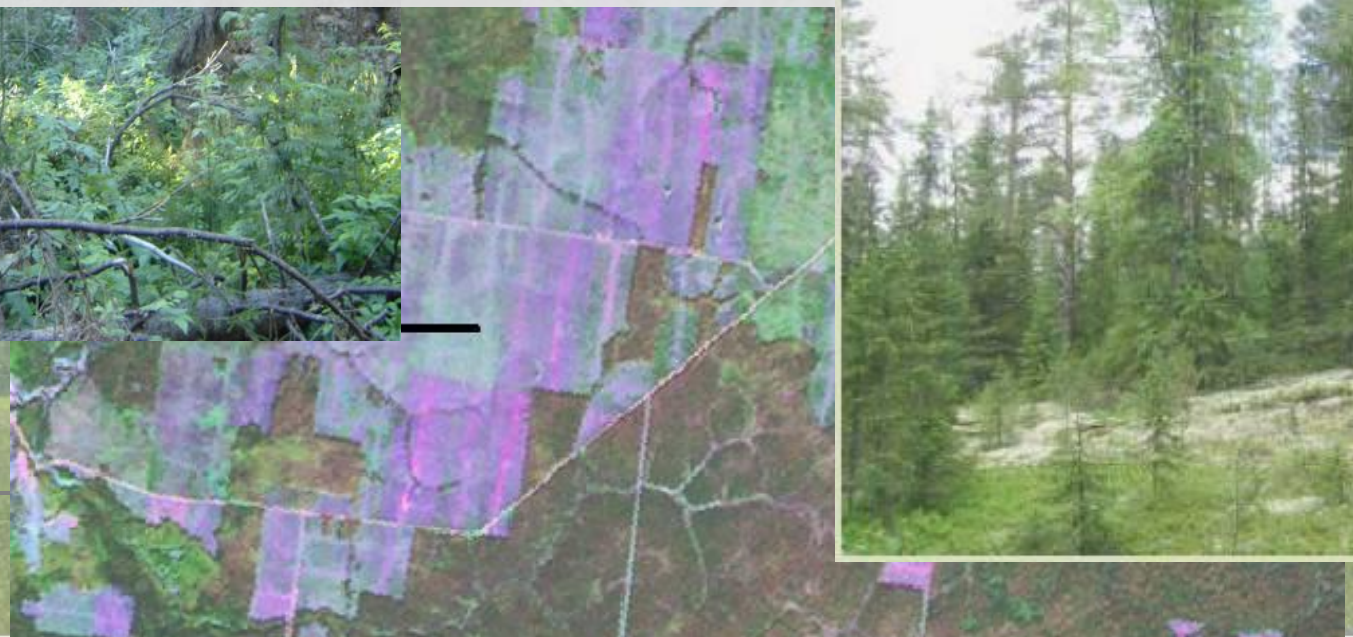
# Степень деградации лесных участков оценивается интуитивно:

- по средней высоте в зрелом возрасте (по бонитету)
- по минимальной густоте древостоя
- к деградированным относят все антропогенно преобразованные участки

**Экстремальная форма деградации – удаление деревьев и конверсия использования лесной территории в иной вид землепользования**

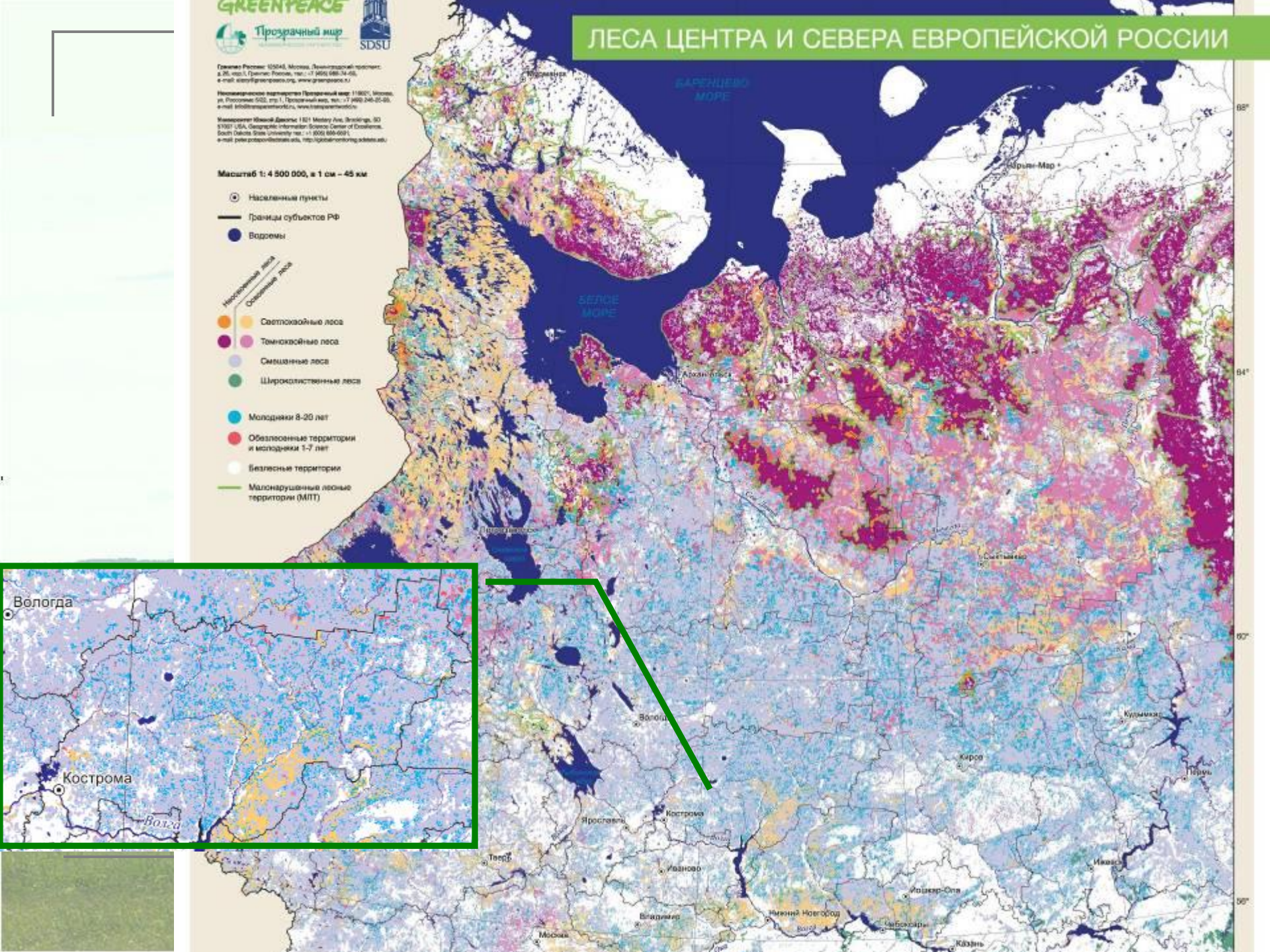
Проблемы оценки:

- вырубку леса относительно легко нанести на карту, деградацию, труднее определить, и тем более картировать .



# Примеры деградированных лесов

# ЛЕСА ЦЕНТРА И СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ



## Как восприятие практиком степени антропогенной нарушенности лесной экосистемы влияет на управление восстановительными процессами, в прошлом и в будущем?''

| Деградированное состояние | Меры по восстановлению |
|---|---|
| Низкий бонитет | Меры не назначаются (не эксплуатационный фонд) |
| Заболоченный участок | Меры не назначаются, в прошлом - гидромелиорация |
| Долговременное обезлесенное состояние на лесосеке | Лесные культуры целевых пород |
| Гарь | Лесные культуры целевых пород |
| Катастрофический ветровал | Естественное заращивание |
| Эродированные почвы | Лесные культуры |
| Мертвопокровные сообщества | Меры не назначаются |
| Снижение породного состава и уровня биоразнообразия с каждым оборотом рубки | Не учитывается, меры не назначаются |

# Деградировала ли лесная экосистема в ходе сукцессии после сплошной вырубки с позиций популяционной парадигмы?

**С популяционных позиций климаксовое сообщество рассматривается как «множество мозаик популяций ключевых видов и связанных с ними мозаик популяций подчиненных видов, которое поддерживается за счет максимального структурного разнообразия сообщества». (Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. /Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с.)**

# Какова идеализированная конечная точка «естественности»?

- Естественный лес - лес, который развивается без человеческого влияния и может сохраниться в пределах мозаики ландшафта активно или пассивно управляемый. …Мы установили континуум с уровнем естественности, определенной структурой, составом, и функцией. Возможно выстроить много обобщенных состояний лесов на этом континууме (Stanturf J.A., Palik B.J., Williams M.I., Dumrose R.K., Madsen P. Forest Restoration Paradigms // Journal of Sustainable Forestry, 33:S161–S194. 2014.).
- Отсутствие главного человеческого вмешательства для всех или большей части продолжительности жизни самых старых деревьев; сложные структуры растительности; состав местных (нативные) видов; и историческая преемственность с точки зрения режимов нарушения и пропорции в ландшафте (Хантер, 1996).
- Сложность сукцессионного состояния таежных лесов Евр. России определяется практически полным отсутствием климаксных экосистем, которые в доагрикультурный период … представляли собой сложный комплекс собственно лесных участков, где устойчиво возобновлялись теневыносливые виды, и зоогенных полян, сформированных копытными, где развивался подрост светолюбивых видов деревьев (Смирнова и др., 2006).

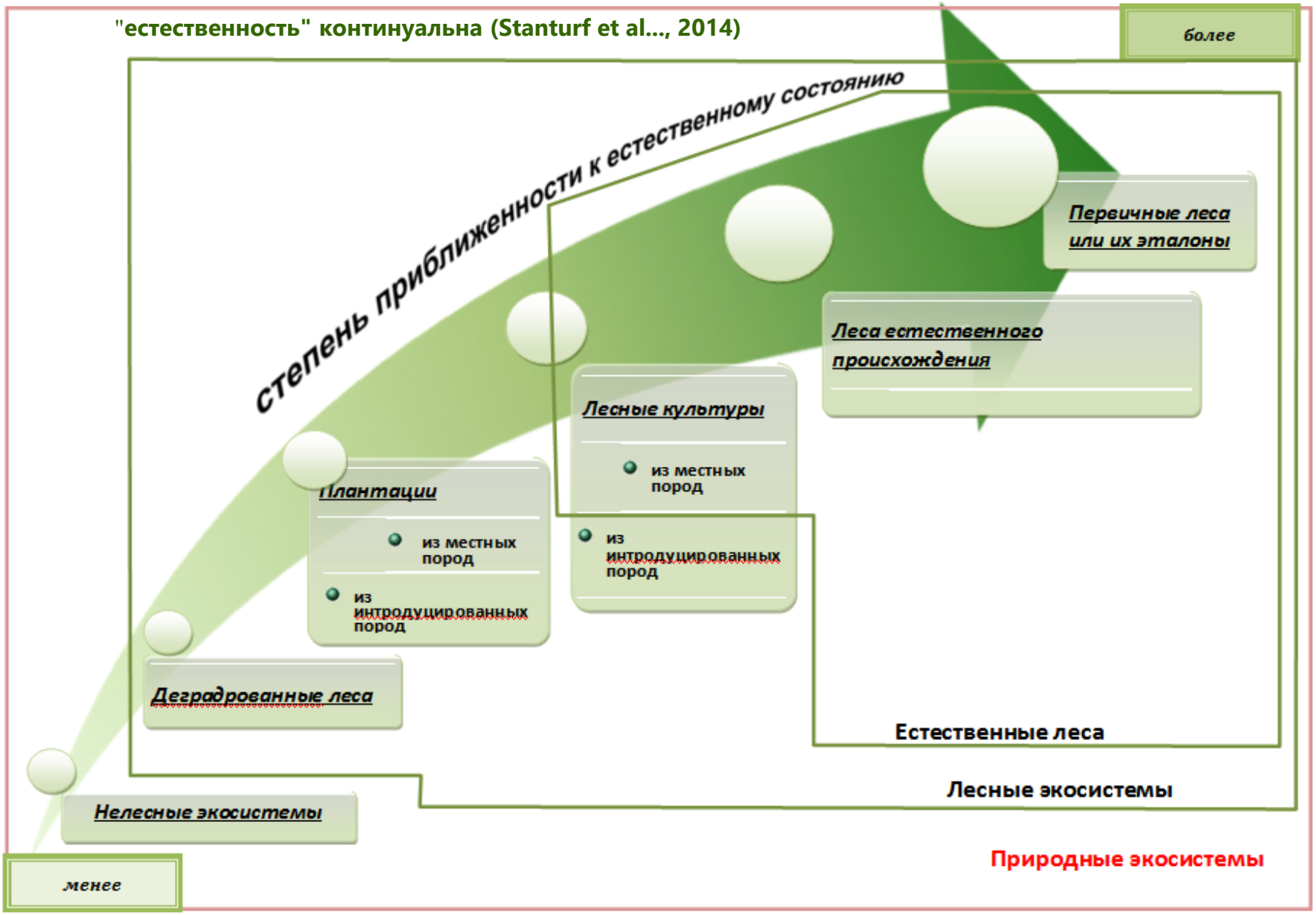
# Осуществимо ли восстановление к прошлым состояниям?

- «…при наличии устойчивого поступления зачатков, лесные сообщества способны восстановить доагрикультурный облик и относительно полный видовой состав в процессе смены двух-трех поколений ключевых видов (600–1000 лет)». (Смирнова и др., 2002) .
- Несмотря на увеличивающееся признание, что восстановление к прошлым состояниям вообще неосуществимо, экологическая парадигма восстановления остается сосредоточенной на деятельности по восстановлению исторических состояний на уровне древостоя, и на "естественных" процессах и структурах (Clewell & Aronson, 2013; Hobbs, 2013).
- …экологический императив сосредоточился на устойчивых экосистемах (Clewell & Aronson, 2013) все еще доминирует над экологической парадигмой восстановления (Burton & Macdonald, 2011; Hobbs, 2013; Perrow & Davy, 2002; SERI, 2004). Экологическое восстановление - процесс помощи восстановлению экосистемы, которая была ухудшена, повреждена, или разрушена (SERI, 2004).

# Какова "естественная" растительность в меняющейся окружающей среде?

- В контексте стандарта более ***естественным состоянием****, обладают *леса**, наиболее приближенные к организации *первичных лесов**, в противоположность наименее естественному состоянию *плантаций*, особенно из *интродуцированных видов*, и *деградированных лесов*, не обладающих в обозримом будущем потенциалом восстановления *местных ключевых видов* древесных пород.
-
- **Первичные (климаксовые) леса–** *природные экосистемы*, развитие которых на протяжении многих поколений древесных видов проходило без природных катастроф или воздействий человеческой деятельности. Характеризуются сложной пространственной и возрастной структурой, многопородностью и высоким *биоразнообразием**.Структурная организация первичных (климаксовых) лесов позволяет самовозобновляться целому комплексу различных пород деревьев и других *местных (нативных) видов*, поддерживать *природные ценности* в состоянии *устойчивости*.Эталоны первичных лесов сохраняются в малонарушенных лесах, в наименее нарушенных лесах *ООПТ*, могут быть выделены *организацией* в качестве *репрезентативных участков леса** и *ВПЦ.* (Введен).

# Схема степени приближенности лесов к их «максимально естественному состоянию»



# Естественное состояние

По таблице можно провести относительную оценку приближенности насаждения к его максимально естественному состоянию на основе суммирования баллов.

| | Признаки | 2 балла | 1 балл |
|---|---|---|---|
| А | Происхождение до начала хоз. деятел. | естеств. | культуры |
| Б | Признаки нарушений | нет или происходили давно, (так, что не очевидны) | очевидны |
| В | Возобновление | естеств. | культуры |
| Г | Смена пород | нет | да |
| Д | Виды деревьев в составе древостоя | Местные | интродуцированные, инвазивные, чужеродные |
| Е | Лесоводственные меры | нет | да |
| | **сумма баллов** | **12** | **6** |

- Максимально приближенные к естественному состоянию леса характеризуются набором признаков с максимальным числом баллов - 12.
- Минимальное значение 6 характеризует искусственно поддерживаемые плантации из быстрорастущих интродуцированных пород.
- Например, вторичные леса, естественно возобновившиеся через смену пород на гари - более приближены к естественному состоянию (10 баллов), чем поддерживаемые рубками ухода лесные культуры из интродуцированных пород на том же месте (5 баллов).

## Как восстанавливать «более естественное состояние»?

- Нужно планировать конечное состояние? Цель восстановления - обеспечивать поддержание состава и структуры выбранного эталона на восстанавливаемых участках?
- Эталоном можно выбрать:
  - "исходное " дорубочное состояние
  - любое "более естественное состояние"
- К какому сроку должно восстановиться "исходное" или "более естественное состояние" – к возрасту ли следующего нормативно назначенного срока рубки, или срок продлится дольше?

# Структурная деградация лесов

позиции

потенции

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | B1 | B1 | B1 | B1 | |
| | | B2 | B2 | | | B2 | B2 | |
| | C | | C | | C | | C | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | | | | | | | | |
| A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | |
| | | | B1 | B1 | | B1 | B1 | |
| | | B2 | | | B2 | B2 | B2 | |
| | C | | | C | C | | C | |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| | | | | | | | | |
| A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | |
| | | | | A2 | | A2 | A2 | |
| | | | B1 | | | | | |
| | | B2 | | | B2 | | B2 | |
| | C | | | | C | C | | |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| | | | | | | | | |
| A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | |
| | | A2 | | A2 | A2 | A2 | A2 | |
| B1 | B1 | B1 | B1 | | B1 | B1 | B1 | |
| | B2 | | B2 | B2 | | B2 | B2 | |
| C | | | C | C | C | | C | |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |

| | | |
|---|---|---|
| A1 | береза, осина | ель, береза, пихта, липа, клен |
| A2 | ель | ель, пихта, липа,клен, рябина, ива козья,ильм |
| B1 | ель, береза | ель, пихта, липа,клен, рябина, ива козья,ильм |
| B2 | ель, рябина, пихта | ель, пихта, липа,клен, рябина, ива козья,ильм |
| C | ель, рябина, пихта | ель, пихта, липа,клен, рябина, ива козья,ильм |

## Накапливающаяся (с каждым оборотом рубки) структурная деградация леса

7 видов древесных пород

5 видов древесных пород

3 вида древесных пород

1 вид древесных пород

## Каков предел антропогенного или иного (природного катастрофического) воздействия, поворачивающего ход развития лесной экосистемы в сторону деградации?

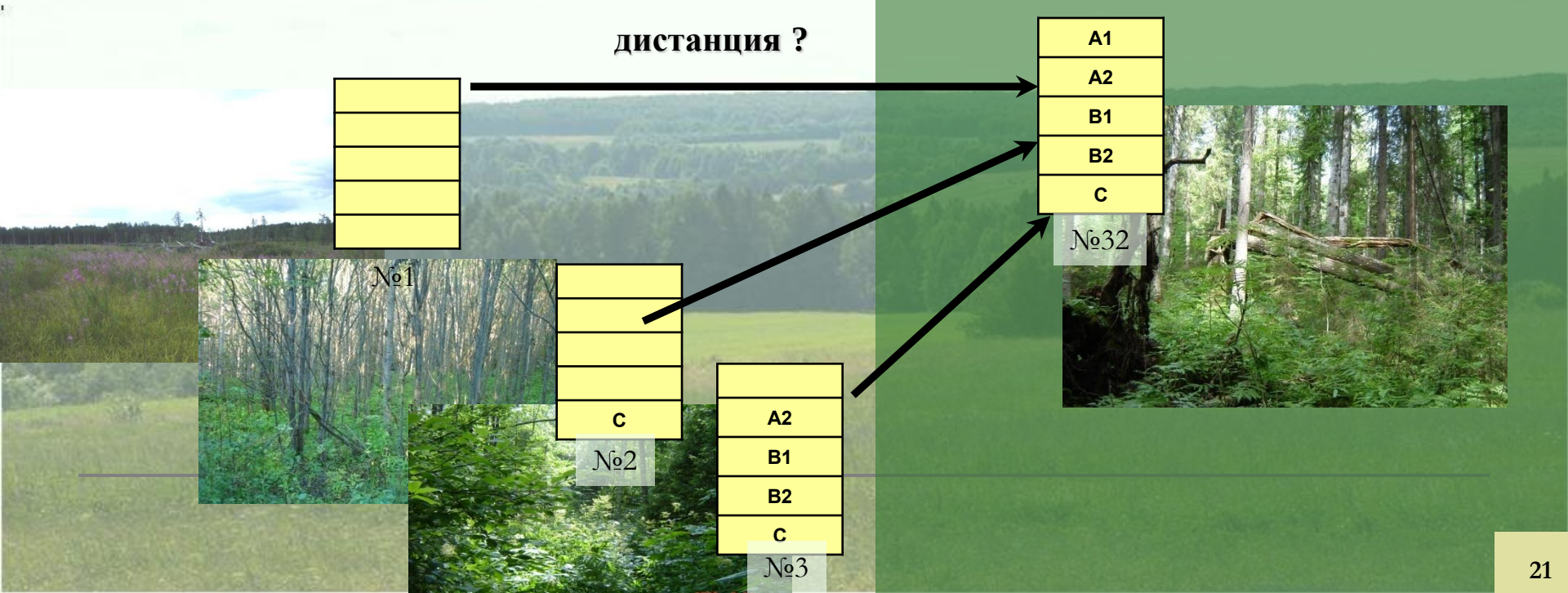
**Ответить на вопрос – деградировала ли лесная экосистема, например после сплошной вырубки, с позиций популяционной парадигмы**

**=>**

**выяснить, насколько популяционно-демографическая и пространственная структура антропогенно модифицированных лесных сообществ отличается от структуры лесного сообщества в (квази)климаксовом состоянии, принимаемого за эталон?**

**варианты «исходных» состояний**

**(квази)климаксовое сообщество**



# Показатель восстановительного потенциала

- **Для оценки степени структурной деградированности лесных экосистем любой размерности и абсолютного возраста рассчитывается показатель *восстановительный потенциал* сукцессивных экосистем, по длительности сукцессионного хода (с помощью марковской модели), с у четом:**
  - ***сложности пространственной структуры***
  - ***полидоминантности (числа древесных пород последних стадий сукцессии в структуре)***
  - ***насыщенности («упакованность») ярусов позднесукцессионными видами деревьев (числа подъярусов с присутствием этих видов)***

# Моделирование хода сукцессии

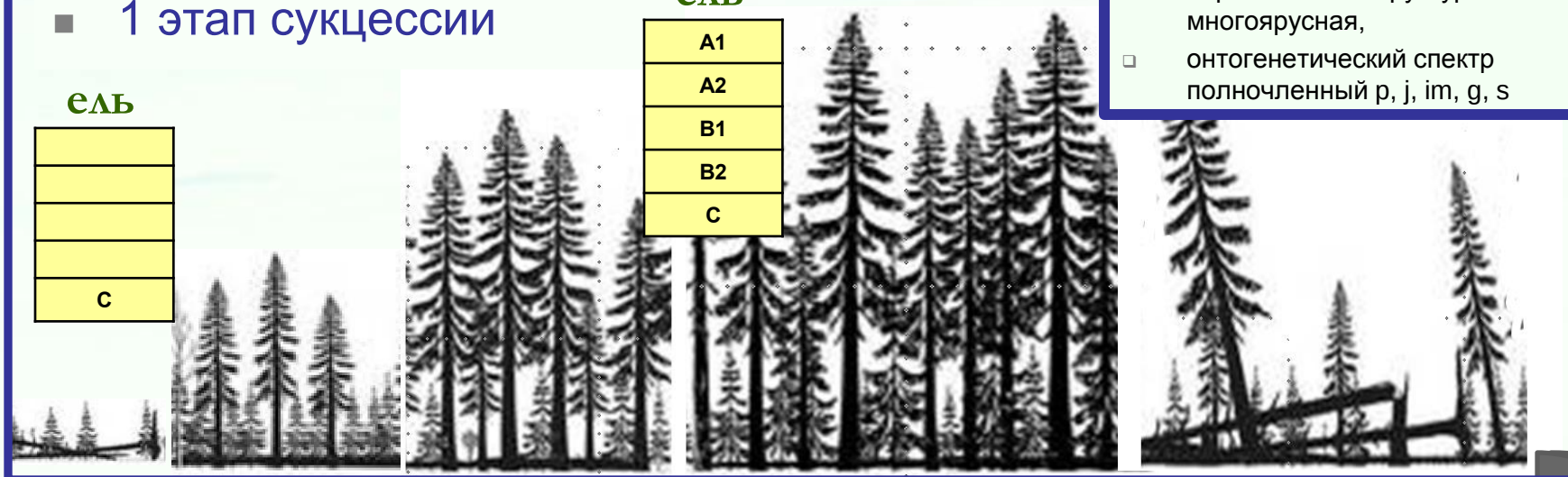
- 1 этап сукцессии

ель

| |
|---|
| |
| |
| |
| |
| C |

ель

| |
|---|
| A1 |
| A2 |
| B1 |
| B2 |
| C |



конечная стадия №32 -

- вертикальная структура многоярусная,
- онтогенетический спектр полночленный p, j, im, g, s

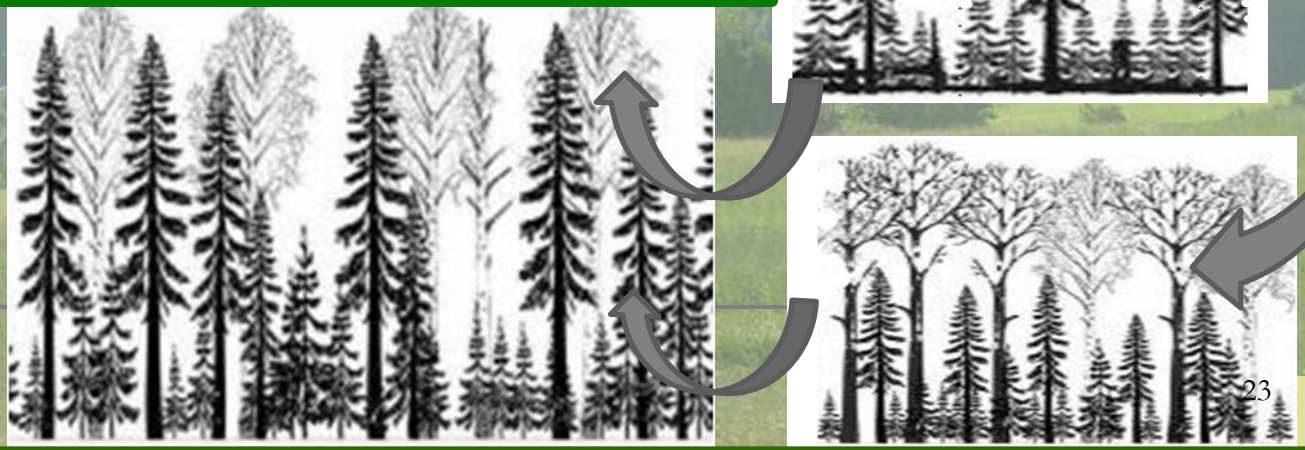
- 2 этап сукцессии

Конечная стадия сукцессии

- вертикальная структура многоярусная,
- полидоминантная
- онтогенетические спектры полночленные p, j, im, g, s

ель
пихта
липа

| |
|---|
| A1 |
| A2 |
| B1 |
| B2 |
| C |



# Восстановление полидоминантности и структуры сообщества

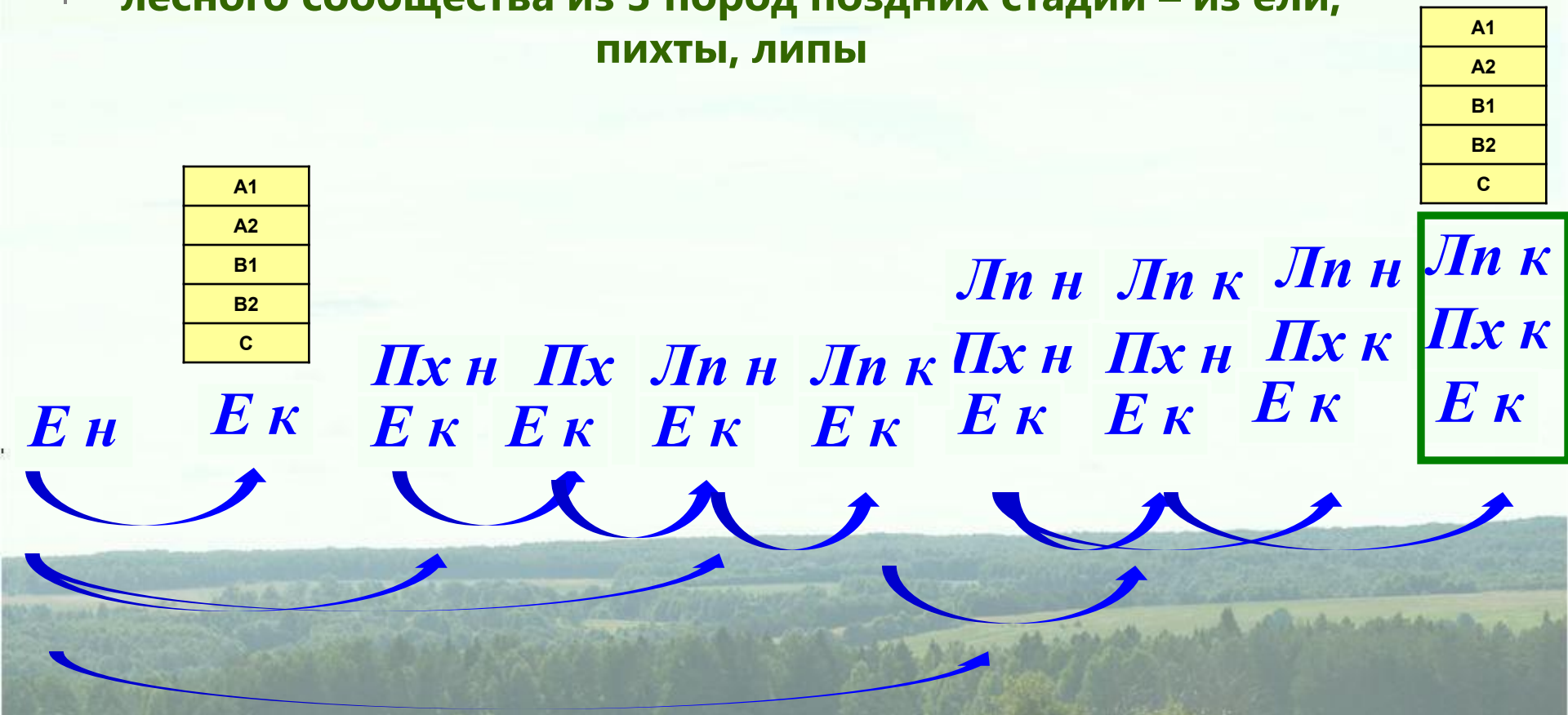
1 вид древесных пород

2 вида древесных пород

3 вида древесных пород

4 вида древесных пород

# Орграф переходных вероятностей в ходе сукцессии лесного сообщества из 3 пород поздних стадий – из ели, пихты, липы



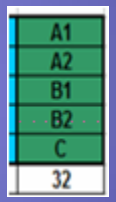

Ен – ель на начальных стадиях 1 этапа
Ек – ель на конечных стадиях 1 этапа
Лп н – ель на начальных стадиях 1 этапа
Лп к – ель на конечных стадиях 1 этапа
Пх н – ель на начальных стадиях 1 этапа
Пх к – ель на конечных стадиях 1 этапа

# Матрица переходных вероятностей в ходе сукцессии лесного сообщества из 4 пород поздних стадий – из ели, пихты, липы, клена

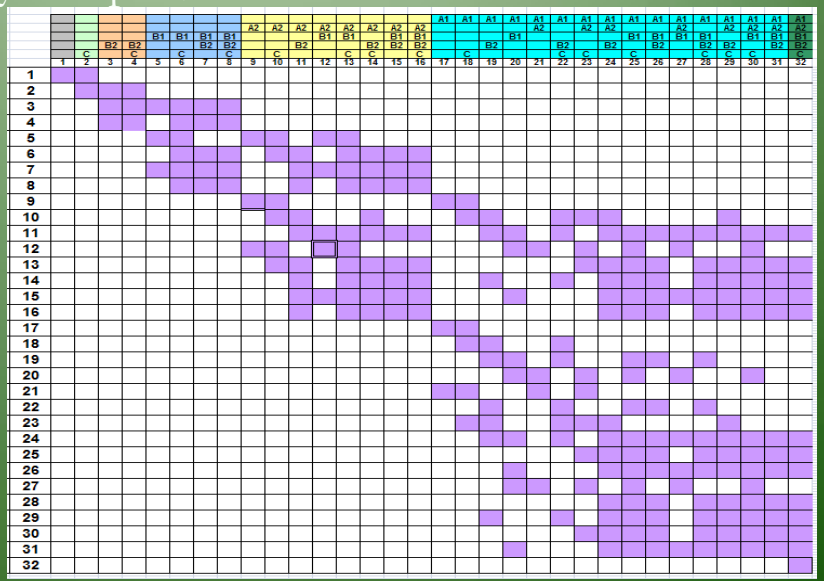
| ч.к.п. | 0 | 0 | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ч.к.ст. | 0 | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1 | 2 | | | | | | | | | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | 0,13 | 0,13 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,0 | 0,25 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,33 | 0, | | | | | | | |
| 6 | 0,00 | 0, | | | 00 | 0,00 | 0, | | | | | | | |
| 7 | 0,00 | 0, | | | | 0,0 | | | | | | | | |
| 8 | 0,00 | 0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |

терминальная стадия сукцессии: полидоминантное мозаичное сообщество с полноценными онтогенетическ многоярусной структурой

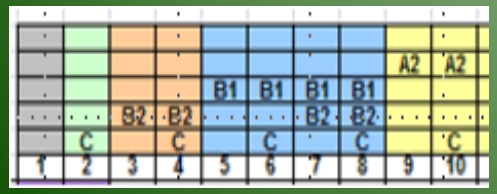
Конечная стадия первого этапа сукцессии




Субматрица



Начальные стадии перв




ч.п.п. – число позднесукцессионных пород в сос

ч.к.ст. – число позднесукцессионных пород на к

# Относительные стохастически зависимые длительности сукцессионных ходов

- устанавливаются по сумме средних чисел шагов до попадания в климакс из описываемого состояния, определяемых по субматрице и по матрице переходных вероятностей:
- $$D\ (duration) = M_{iсубм.} + M_{iм.}$$ (1)

$$M_{iсубм.} = \sum_{jсубм.=1}^{n} t_{ijсубм.},\ i = 1, \ldots, 31,$$ (2)

где $M_{iсубм.}$ - среднее число шагов из стадии ***i*** в субматрице

$$M_{iм.} = \sum_{jм.=1}^{n} t_{ijм.},\ i = 1, \ldots, 13,$$ (3)

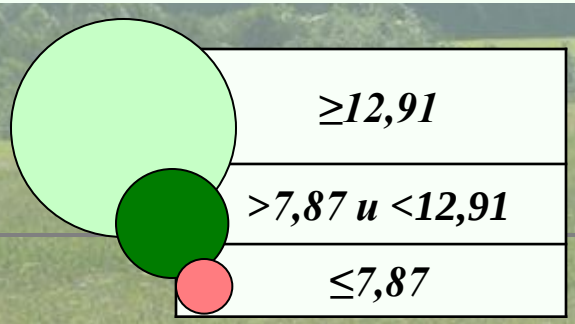
где $M_{iм.}$ - среднее число шагов из стадии ***i*** в матрице

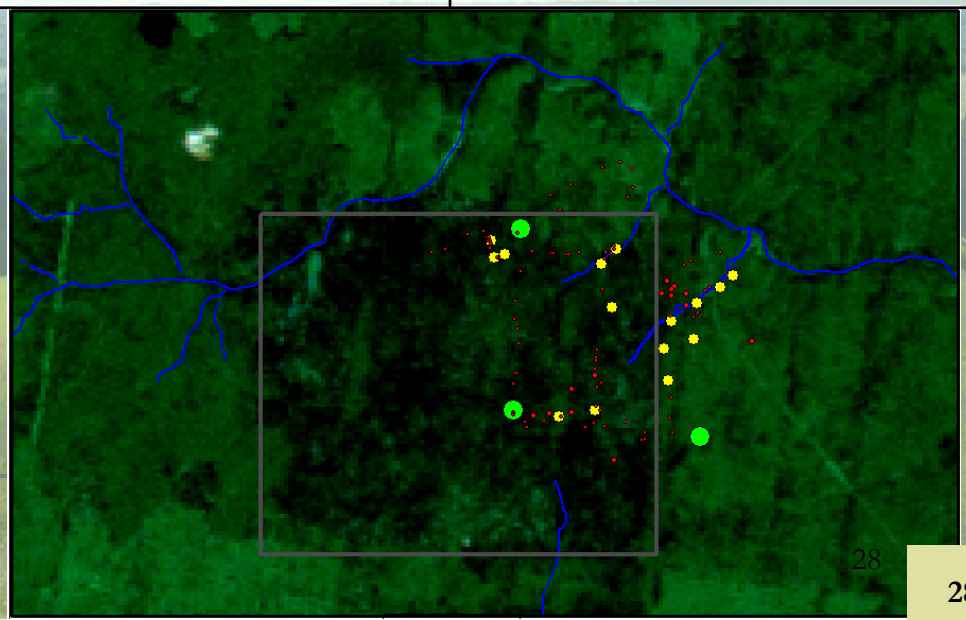
# Примеры расчета восстановительного потенциала

Распределение лесных сообществ по категориям структурной деградации

| *Категории структурной деградированности* | *Восстанови-тельный потенциал* | *Доля сообществ с различным статусом на каждом участке, %* | |
|---|---|---|---|
| | | *467 сообществ на нарушенных вырубками участках* | *88 сообществ в ядре заповедника «Кологривский лес»* |
| ***1 Высокая*** | ***≥12,91*** | ***28%*** | ***10%*** |
| ***2 Средняя*** | ***>7,87 и <12,91*** | ***64%*** | ***64%*** |
| ***3 Низкая*** | ***≤7,87*** | ***8%*** | ***26%*** |

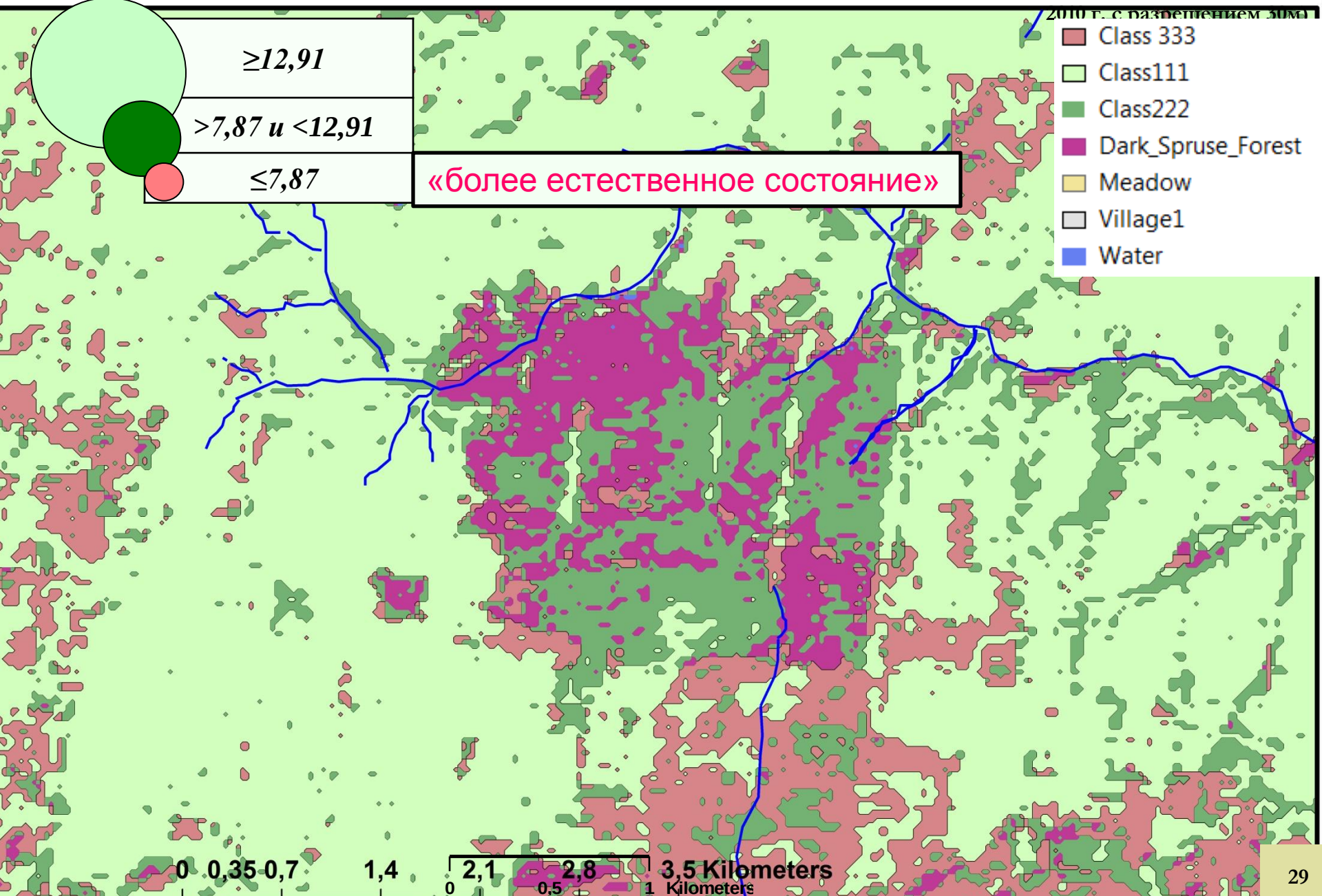
Распределение сообществ по категориям восстановительного потенциала, в единицах модели




28

# Распределение лесов различной структурной деградированности в ЯДРЕ заповедника "Кологривский лес" (эталонная классификация космического снимка Landsat7 2010 г. с разрешением 30м)



## Рекомендации по учету восстановительного потенциала

- На участках с низким показателем структурной деградации (высоким восстановительным потенциалом):
  - обеспечить восстановление исходного дорубочного состояния
- На участках с высоким показателем структурной деградации (низким восстановительным потенциалом):
  - необходимо отказаться от нормирования возрастов рубки, а проведение следующей рубки планировать к сроку восстановления целевого состояния будущего леса .
  - целевое состояние будущего леса может быть «более естественным», за счет повышения полидоминантности и насыщенности ярусов позднесукцессионными видами деревьев, усложнения пространственной структуры
  - целевое состояние будущего леса может быть задано целями экономических достижений