

II Всероссийская научная конференция
«Научные основы устойчивого управления лесами»
г. Москва, 25 октября 2016 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЕСОВ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ

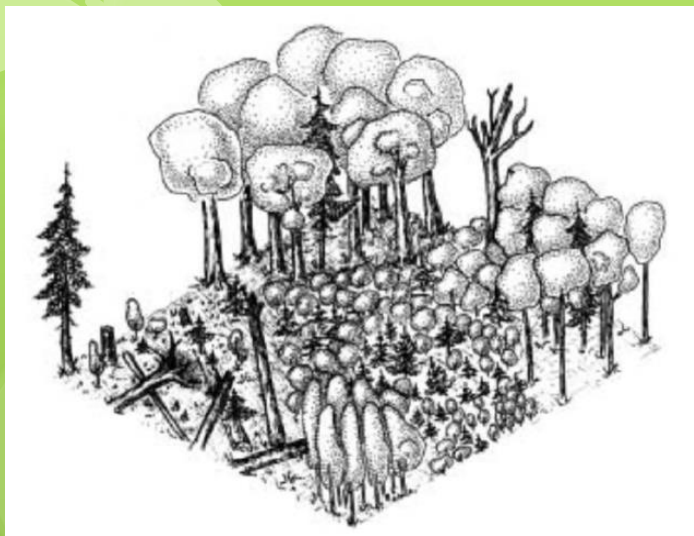
(теоретические основы и методы)

В.Н. Коротков

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

korotkovv@list.ru

Теоретические основы оптимизации экосистемных функций лесов (1)



Схематическое изображение мозаики возрастных парцелл в хвойно-широколиственных лесах (Восточноевропейские леса..., 2004)

- **Концепция gap-mosaic** [The mosaic-cycle concept of ecosystem, 1991; Восточноевропейские широколиственные леса, 1994; Восточноевропейские леса..., 2004]
 - Природные леса, спонтанно развивающиеся без катастрофических нарушений должны быть разновозрастными, многовидовыми и гетерогенными практически во всех биомах Земли
 - Абсолютная разновозрастность популяций деревьев
 - Мозаика возрастных парцелл (разного возраста и состава), возникших в результате смерти одного или нескольких крупных деревьев
 - Видовой состав молодого поколения деревьев определяется размерами «окон». В «окнах» небольшого размера (0,03-0,06 га) благоприятны для подроста теневыносливых видов. Светлюбивые виды могут выжить и успешно расти лишь в крупных «окнах» (более 0,25 га)
 - Мозаика ветровально-почвенных комплексов разного возраста, валежник разных стадий разложения
 - Высокое биоразнообразие (максимальное видовое богатство и присутствие разных видов, различающихся особенностями экологии и биологии).

Теоретические основы оптимизации экосистемных функций лесов (2)



Схематическое изображение зоогенных мозаик, сформированных зубрами и бобрами (Восточноевропейские леса..., 2004)

- **Современные представления о популяционной организации потенциального биогеоценотического покрова лесных территорий** [Восточноевропейские леса..., 2004; Смирнова, Торопова, 2008]
 - Лесные участки с гэд-мозаикой чередовались с зоогенными полянами, (широкое распространение экотонных сообществ)
 - Бобровые ландшафты в поймах рек (плотины, каскады прудов, подтопление, формирование низинных болот, бобровые лесосеки)
 - Разнообразие мозаик определяло высокое видовое разнообразие биоты (значительная доля светолюбивой флоры)

Теоретические основы оптимизации экосистемных функций лесов (3)

- **Реконструкция доагрикультурного лесного покрова** (Восточноевропейские леса..., 2004; Смирнова и др., 2006, 2015)
 - Особенности доагрикультурного растительного покрова Восточной Европы (середина позднего голоцена, 2500-1800 лет назад)
 - Совместное обитание видов темнохвойных (ель и пихта) и широколиственных (дуб, липа, ясень, клен, вяз и др.) деревьев
 - Наличие травяных (луговых и степных), лесных сообществ и экотонов в пределах доисторических экосистем определяло возможность приживания и устойчивого существования в растительном покрове светолюбивых видов деревьев, кустарников и трав. К светолюбивым видам деревьев, не возобновляющихся в современных лесах, относятся дуб черешчатый, сосна обыкновенная, лиственница сибирская
 - Сложная пространственная структура ненарушенных лесов доагрикультурного типа определяла высокое видовое разнообразие различных групп живых организмов

Природный лесной покров – максимальная реализация экосистемных функций

- Обеспечивает максимально полное поглощение осадков, что связано с его гетерогенной пространственной структурой.
- Высокая влагопоглощающая способность лесного покрова способствует относительному постоянству уровня грунтовых вод и предотвращению катастрофических паводков и периодов засух.
- В приземной атмосфере и почве формируется особый микроклимат, происходит ослабление суточных, сезонных и годовых колебаний температур.
- Высокий уровень биоразнообразия
- Высокая продуктивность
- Большие запасы углерода

Особенности современных лесов (экосистемные функции ограничены)

- Сформировались в результате длительного антропогенного воздействия, связанного с сельскохозяйственным освоением территории (распашка, выпас, сенокошение), сплошными рубками, пожарами, лесохозяйственными мероприятиями (создание лесных культур, санитарные рубки и рубки ухода)
- Абсолютное преобладание вторичных лесов; доминирующее положение в них заняли вторичные мелколиственные леса из березы и осины, а также монокультуры ели и сосны
- Многовидовые полидоминантные смешанные леса уступили место одновозрастным моно- и олигодоминантным
- Производные лесные сообщества отличаются обедненным видовым составом, одновозрастным характером древостоев, нарушением мозаично-ярусной организации ценозов (отсутствие вывальной мозаики)
- Фрагментация лесов (лесные массивы имеют островной характер, поскольку окружены сельскохозяйственными угодьями и населенными пунктами)
- Важным лимитирующим фактором, препятствующим восстановлению лесов, является ограниченные возможности расселения поздне-сукцессионных видов деревьев

Леса России

Преобладающие группы древесных пород и сомкнутость древесного полога



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Сомкнутость кроны	Редкостойные леса 30-39%	Сомкнутые леса 40-50%
Темнохвойные леса Леса из ели, пихты, сосны сибирской (кедра), часто с примесью березы, осины, сосны обыкновенной. Восточная граница распространения в Европейской России и в юг Дальнего Востока - с примесью широколиственных деревьев и осины европейской.		
Сосновые леса Леса из сосны обыкновенной, в основном с примесью ели, березы, осины; на юго-восточной границе распространения - с примесью лиственницы.		
Лиственничные леса Леса из различных пород лиственницы. Часто с примесью березы и осины, в южной и западной частях - чаще всего с примесью других хвойных деревьев (сосны, ели, кедр). В юго-востоке Дальнего Востока - часть с преобладанием кедрового стланика.		
Широколиственные и широколиственно-хвойные леса Леса из дуба, липы, вяза, осины, вяза, на юге европейской России - также из березы, ольшани, граба. В юго-востоке - Сихотлинский (из экваториальных участков) хвойно-широколиственный лес, осина, пихта, сосны европейской.		
Каменно-березовые леса Леса из каменистой березы, часто с примесью или небольшими участками лиственницы; на Байкале - с преобладанием кедрового стланика; в горах Прибайкалья и Саянских - с примесью ольхи и пихты.		
Заросли широколиственных пород Кустарниковые заросли и небольшие леса из широколиственных пород с преобладанием рябины, ольхи, вяза, ольхи или пихты.		
Мелколиственные и смешанные леса Леса с преобладанием березы, осины, серой ольхи, часто с примесью хвойных пород; южная часть с отдельными участками хвойных лесов. Практически все - производные леса, сформировавшиеся на месте коренных лесов в результате рубок, расчисток, лесных пожаров.		
Территория, пригодная для прокармливания леса по современным климатическим и почвенным условиям, занятые сельскохозяйственными землями и иными хозяйственными.		

Барташев С.А., Ермаков Д.В., Исаев А.С., Петянов П.В., Турбулганова С.А., Языков А.Ю.
Карта лесов Российской Федерации, охватываемая по преобладающим группам пород деревьев и сомкнутости древесного полога
Масштаб 1 : 14 000 000
Москва, 2004

Границы покрытой лесом территории, а также границы между сомкнутыми и редкостойными лесами показаны в соответствии с "Методом карты сомкнутости лесного покрова" (2, см. список использованных материалов). Преобладающие древесные породы и группы пород показаны в соответствии с картой "Леса СССР" (3) и в тех случаях, когда сравнение этой карты с картой лесов Северной Евразии (1) не выявило произвольной смены породного состава. Участки, на которых обнаружился смена хвойных лесов на лиственные или смешанные, отнесены к категории "мелколиственных и смешанных лесов". Участки, на которых наблюдались иные нарушения смены породного состава (лесная редина по сравнению с преобладающим случаем), классифицировались экстенсивно на основании карты лесов Северной Евразии (1) и карты "Леса СССР" (3). Границы потенциально лесной территории, занятой преимущественно сельскохозяйственными землями и производными неизвестными экосистемами, определялись в соответствии с картой растительности СССР (4). Эта граница является условной и в значительной степени представляет собой результат экспертной интерпретации карты растительности СССР (4). Карта предназначена для использования в средних и высших учебных заведениях.
Автор фотографии: Данил Т.А., Чистов В.А., Ковалев Е.И., Пискарева С.В., Петянов П.В.

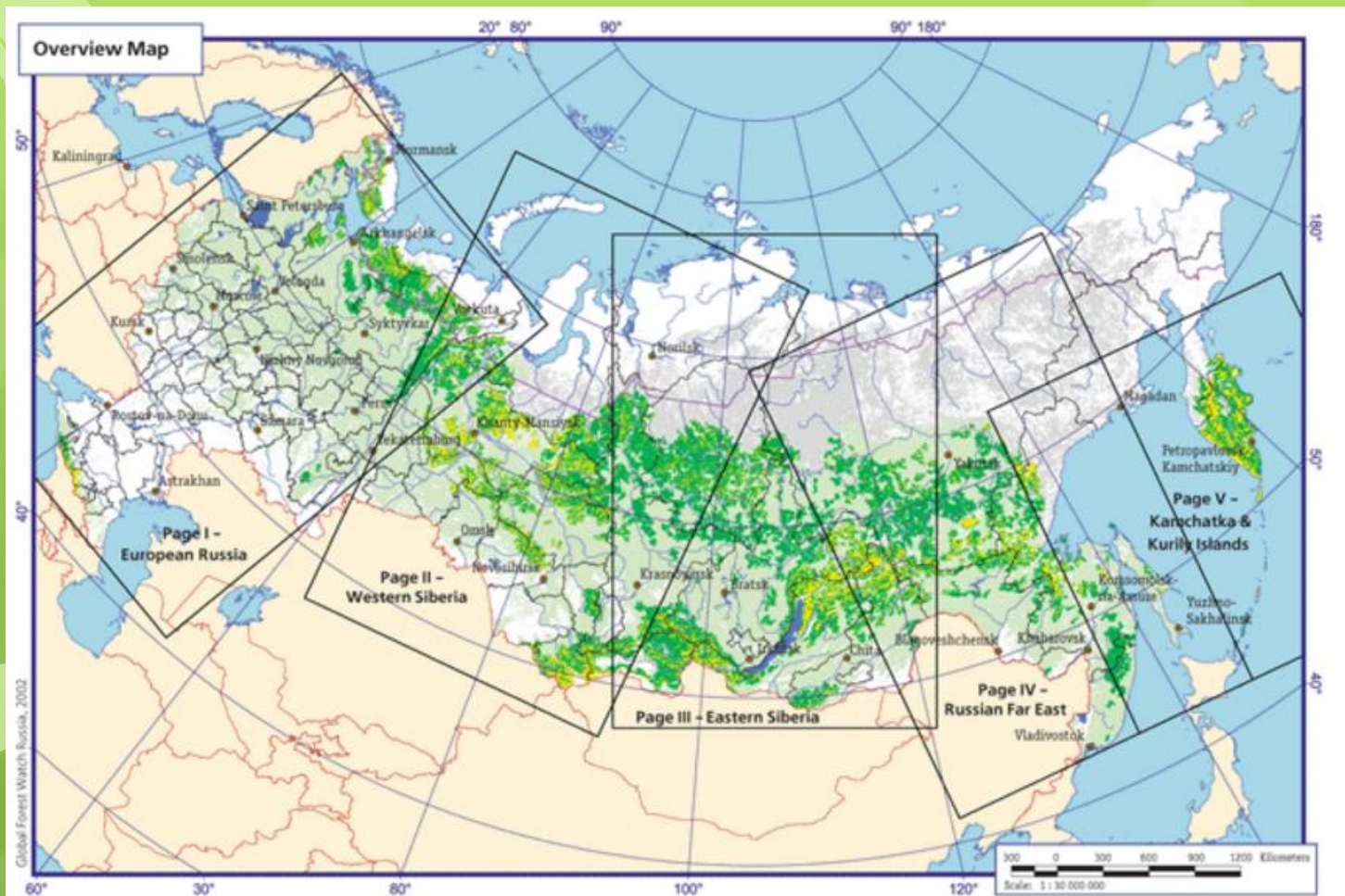


При подготовке карты использованы следующие материалы:
1. Bartalov S.A., Boland A.S., Ertsov D.V., Izhev A.S. A new SPOT4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia - International Journal of Remote Sensing - 2003 - Vol.24 - No.9 - P. 1977-1984 (Новая карта растительного покрова Северной Евразии, полученная на основе данных SPOT).
2. Nelson M.C., Berlin R.S., Townsend S.R.G., Cahill M., Brinley C., Solberg R.A. Global Forest: tree cover as a spatial resolution of 500 meters. First Results of the P2002 Vegetation Continuity Fields Algorithm (<http://webdels.unh.edu/productofc1.htm>). (Мировые карты сомкнутости лесного покрова с разрешением 500 м, построенные по данным MODIS).
3. Леса СССР. Карта масштаба 1:2500000, подготовленная втроем лесной картографией Советского Союза / под ред. И.Г. Лорана. - М.: ЛГК, 1990.
4. Растительность СССР (для выписки учебника заведений): Карта масштаба 1:4000000 / под ред. Т.И. Мичукова. Москва: ЛГК, 1990.
5. Digital chart of the world. Environmental Science Research Institute, 1989. (Цифровая карта мира).

ИКИ ЦЭП ГРИНПИС
Карта подготовлена при поддержке фонда Дженна Д. и Юрием Т. Мельниковым.

Значительную площадь занимают мелколиственные и смешанные леса - леса с преобладанием березы, осины, серой ольхи, часто с примесью хвойных деревьев или с отдельными участками хвойных лесов. Практически все - производные леса, сформировавшиеся на месте коренных лесов в результате рубок, расчисток, лесных пожаров.

Малонарушенные леса - несколько столетий после нарушений (обычно это только первое поколение позднесукцессионных видов деревьев, сформировавшееся после катастрофических нарушений)



Ограничения восстановления аналогов природных лесов

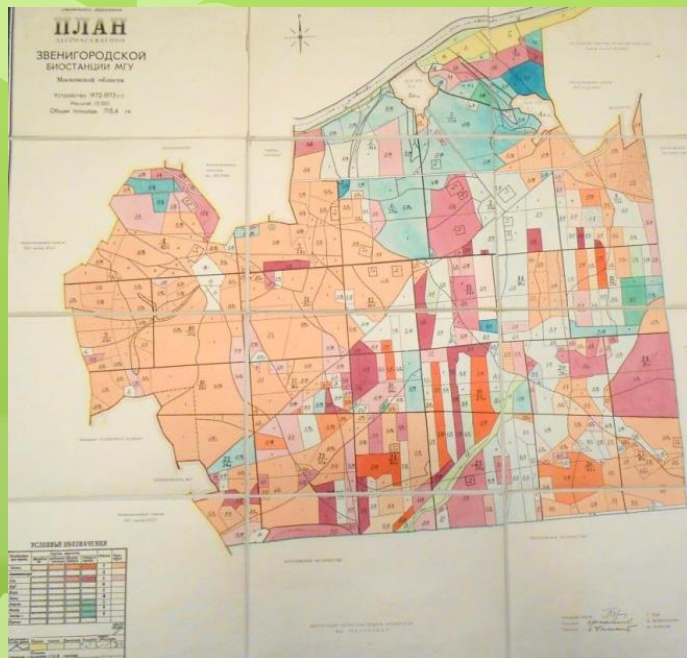
- Ставка на создание лесных монокультур на обширных территориях приводит к снижению биоразнообразия, возрастанию риска повреждения культур в результате вспышек размножения патогенных микроорганизмов и энтомовредителей, уменьшению почвенного плодородия, снижению почвозащитных и водоохраных функций (Воронцов, 1978; Гримальский и др., 1981; Стороженко и др., 1992; Восточноевропейские..., 2004; Gamfeldt et al., 2013 и др.)
- Действующие нормативы ведения лесного хозяйства не благоприятствуют восстановлению смешанных лесов зонального типа. Чаще всего на месте вырубок, гарей, погибших древостоев создаются монокультуры ели или сосны без примеси широколиственных пород или формируются мелколиственные леса с доминированием березы и/или осины.
- Восстановление природного разнообразия лесов невозможно в эксплуатационных и защитных лесах и не всегда возможно даже на ООПТ при заповедании (Сукцессионные процессы..., 1999) .

Поле древесины - монокультуры сосны
вместо смешанных многовидовых лесов
(Польша, Великопольское воеводство)



Интенсивное лесное хозяйство – риск утраты биоразнообразия и устойчивости древостоев от массового размножения энтомофагов и патогенных грибов

Усыхание еловых культур в Московской области (Звенигородская биостанция)



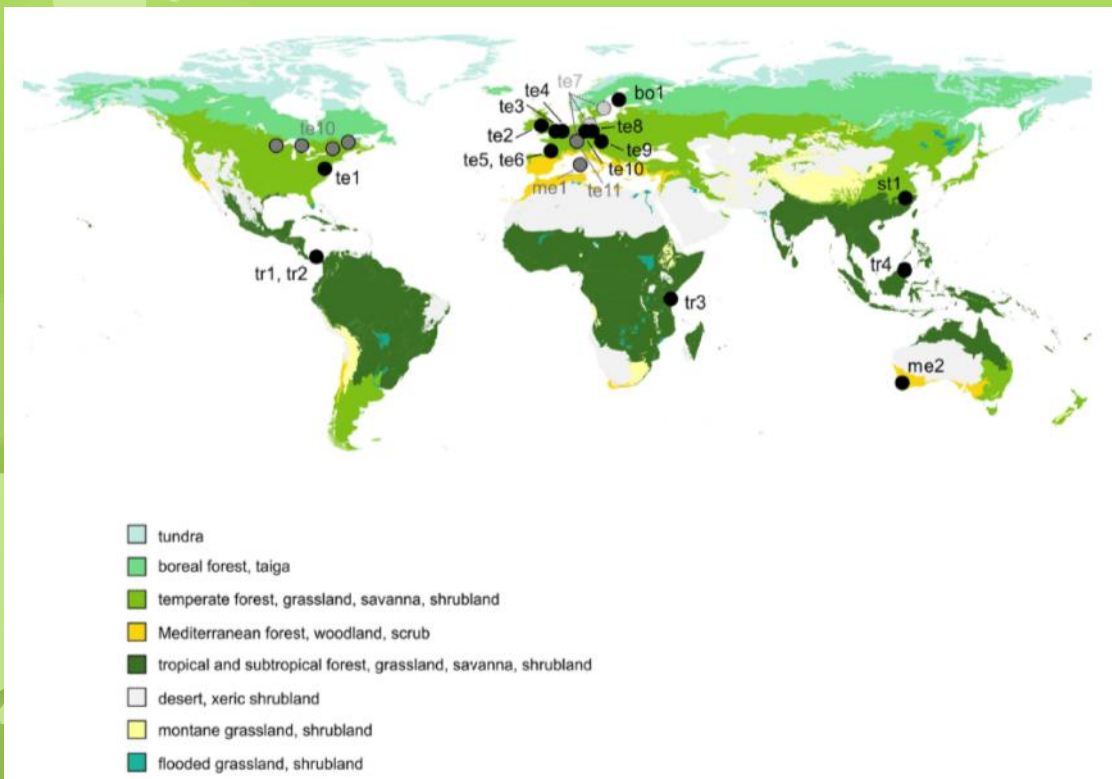
Только в Московской области типограф уничтожил около 100 тыс. га еловых древостоев

Современные тенденции европейского лесоводства

- **Close-to-Nature Silviculture** – использование природных процессов для управления лесными экосистемами с наименьшими затратами:
 - Содействие природному видовому составу деревьев и его восстановление с учетом экотопических условий
 - Формирование смешанных и сложно «структурированных» лесов
 - Отмена сплошных рубок (насколько это возможно) и замена их выборочными
 - Лесохозяйственная практика, ориентированная на отдельное дерево
- **Увеличение возраста рубки**
- **Повышенное внимание к смешанным культурам**
 - Увеличение продуктивности лесов и усиление экосистемных функций возможно при создании смешанных культур с повышенным разнообразием древесных видов (Nadrowski et al. 2010; Scherer-Lorenzen 2014; Verheyen et al., 2015)
 - Лесные насаждения, которые отличаются высоким разнообразием генотипов и видов, а также сложной структурой лучше адаптированы к изменяющимся условиям окружающей среды, чем монокультуры (Van Hensbergen 2006; Bauhus et al., 2010)

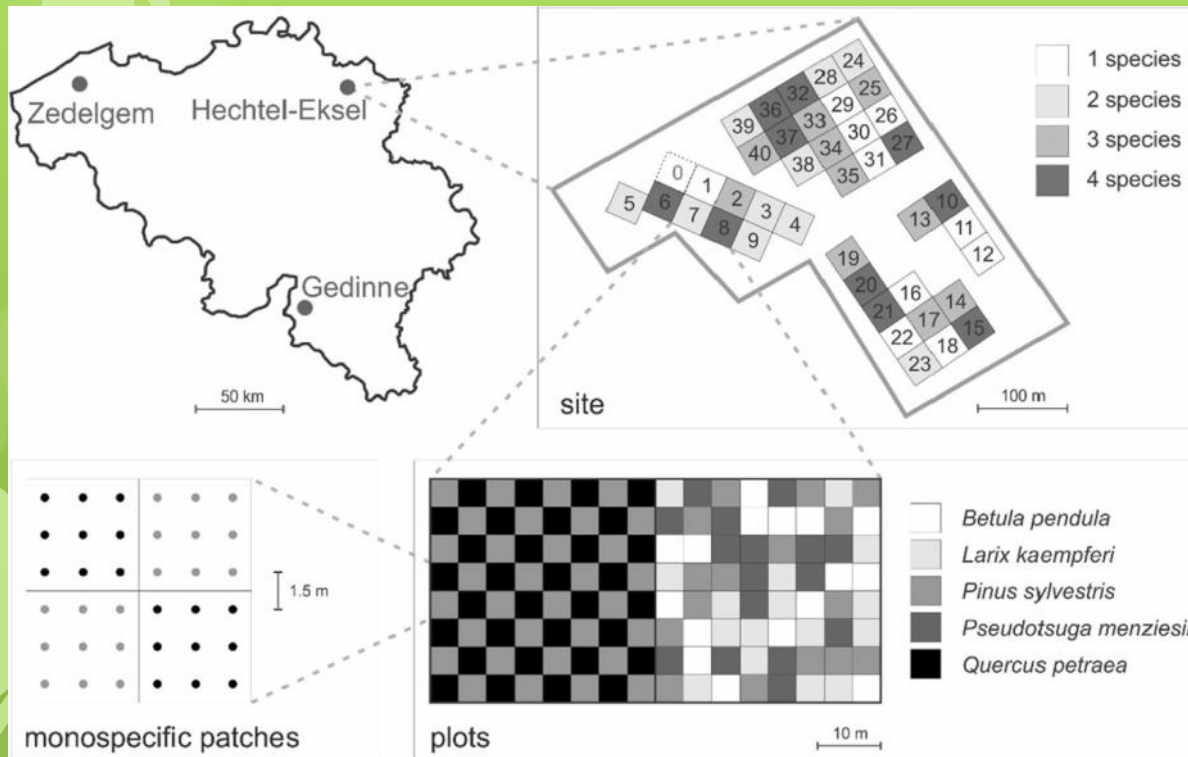
TreeDivNet - A UNIQUE PLATFORM FOR ECOSYSTEM RESEARCH IN TREE DIVERSITY EXPERIMENTS WORLDWIDE - <http://www.treedivnet.ugent.be/>

Необходимость разработки новых более разнообразных лесных культур, которые могут улучшить устойчивость насаждений, их продуктивность и экосистемные функции



- 18 экспериментальных площадок в бореальном, умеренном, средиземноморском, субтропическом и тропическом регионах
- Размеры пробных площадей от 10 м² до 4 га
- Число древесных видов от 1 до 24
- Возраст культур от 1 года до 15 лет

FORBIO (Бельгия) – схема экспериментов (Verheyen et al., 2013)



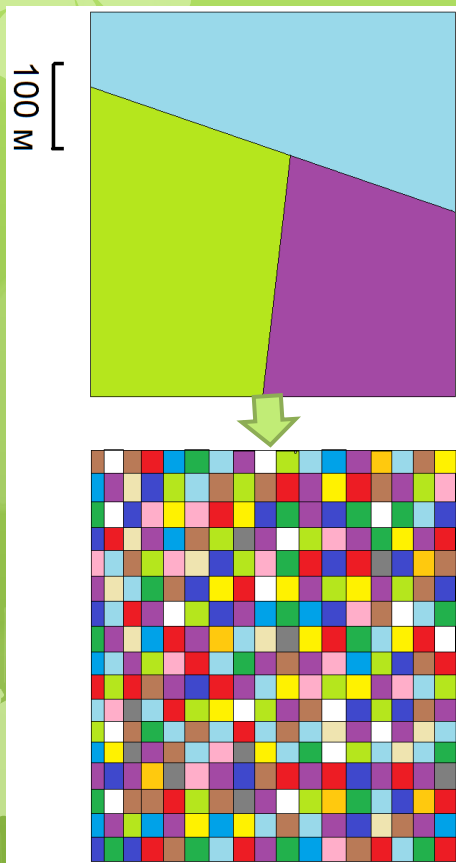
Основаны в 2009 и 2012 гг.

Задача: оценить эффект разнообразия деревьев на лесное биоразнообразие и функции экосистем

Схема посадки саженцев – 1,5 м x 1,5 м.

Размер одновидовых биогрупп составляет 4,5 м x 4,5 м (~20 м², т.е. каждая биогруппа состоит из 9 деревьев). Недостатки - небольшой размер биогрупп, которые намного меньше, чем размеры одного взрослого дерева. Для формирования одновидовой группы из 3-5 взрослых деревьев минимальная площадь должна быть не менее 400 м²

Методы восстановления аналогов природных лесов (разновозрастных и полидоминантных)



Задача - формирование гетерогенной разновозрастной и разновидовой мозаики (разными цветами показаны насаждения с доминированием разных видов и разного возраста; необязательно элементы мозаики должны быть прямоугольной формы)

- 1) Восстановление структурного разнообразия (разновозрастной мозаики окон возобновления) путем проведения группово-выборочных и котловинных рубок.
- 2) Восстановление видового разнообразия должно базироваться на естественном возобновлении в сочетании с созданием лесных культур недостающих древесных видов.
- 3) Восстановление генетического разнообразия популяций древесных видов. При закладке питомников необходимо использовать гетерогенный семенной материал из близлежащих локальных популяций древесных видов.

Восстановление гетерогенной разновозрастной структуры

- Перспективный способ - группово-выборочные/котловинные рубки:
 - Имитируют естественную оконную мозаику древостоев за счёт групповой выборки деревьев, сохраняют/восстанавливают разновозрастную возрастную структуру древостоя за счёт растянутой во времени выборки старых деревьев
 - Группово-выборочные рубки обеспечивают постоянство лесной среды в течение всего оборота рубки
 - Почвенный покров сильно не нарушается, что благоприятно для постоянного выращивания леса.
 - Лес постоянно выполняет почвозащитные и водоохранные функции, не происходит эрозии почв и нарушения водного баланса. Это особенно важно в горных районах, на сухих песчаных почвах и по берегам водоемов.
 - Оптимальные размеры окон по диаметру составляют 1,5-2 высоты окружающего полога леса (0,2-0,3 га).

ВСЕСОЮЗНАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
имени В. И. ЛЕНИНА

*Совет по планированию и координации
научно-исследовательских работ
в отраслевых научных комплексах*

*Методические рекомендации
по воспроизводству
разновозрастных широко-
лиственных лесов
европейской части СССР
(на основе популяционного
анализа)*

[http://istina.msu.ru/publications/
book/7893486/](http://istina.msu.ru/publications/book/7893486/)

Москва 1989

Авторы: О.В. Смирнова, А.А.
Чистякова, Р.В. Попадюк, 1989

- Формирования разновозрастных лесов путем проведения котловинных рубок с сохранением подроста
- Площадь окон – 0,2-0,4 га
- Сроки примыкания 30-40 лет
- Посадка или посев дуба в окнах
- Молодое поколение подлежит рубкам ухода соответственно своему состоянию и возрасту
- Эксперименты в широколиственных лесах, например, в Липниковском лесничестве Львовской области (Восточноевропейские широколиственные леса, 1994).

Формирование гэдп-мозаики в теневом пологе вторичных грабовых лесов Каневского заповедника (Черкасская обл., Украина) [Восточноевропейские широколиственные леса..., 1994]

- разные способы формирования окон
 - искусственные вывалы,
 - рубка,
 - Кольцевание
- Наиболее перспективным способом ускорения демутационных процессов и формирования гэдп-мозаики оказались искусственные вывалы, когда осветление сочеталось с созданием ветровально-почвенных комплексов, которые усиливают гетерогенность почвенного покрова

граб	дуб	сосна	дуб	граб
липа	лиственница	граб	лиственница	липа
дуб	сосна	дуб	сосна	дуб
лиственница	клен	граб	липа	лиственница
граб	дуб	сосна	дуб	граб

Принципы проектирования лесных культур

- Насаждения должны быть устойчивыми, долговечными и красивыми (Д.Н. Маринин, лесничий Мытищинского лесопарка, 1952 г.)
- Нецелесообразность рядового смешения деревьев. Целесообразным признается кулисное смешение, когда несколько рядов одной породы чередуется с несколькими рядами другой породы, или создание одновидовых биогрупп разных видов деревьев в пределах одной лесокультурной площади.
- Рекомендуется посадка крупными саженцами. Не следует создавать густых посадок. Нужно формировать деревья с мощными кронами. Наибольшей устойчивостью против влияния вредных факторов обладают деревья, имеющие хорошо развитые кроны.
- Обязательный уход



Устойчивое лесопользование. 2016. № 3 (47)

http://www.wwf.ru/resources/publ/magazines/forest_mag/doc2502/page1

Дополнительные меры:

- Существующие внутрилесные поляны подлежат обязательному сохранению. Для сохранения полян необходимо сенокошение.
- Сохранение и восстановление популяций бобров, выступающих в роли «природных пожарных»

Заключение

- Работы по восстановлению аналогов природных лесов целесообразно проводить на особо охраняемых природных территориях (национальные парки, природные парки, заказники и др., где допустима такая деятельность), а также на участках, относящихся к разным категориям защитных лесов.
- На основе предложенной концепции возможна разработка проектов лесохозяйственных мероприятий, направленных на восстановление полидоминантных многовидовых лесов.
- Конкретные проекты должны базироваться на результатах натурного обследования территории, включающих геоботанические описания, анализ состояния популяций древесных видов, в том числе анализ естественного возобновления (видовой состав, онтогенетическое состояние и жизненность подроста), оценку типов условий местопроизрастания, учет особенностей почв, режима увлажнения и локального климата.

Спасибо за внимание!