РОЛЬ ПОЖАРОВ В ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКЕ ЭКОСИСТЕМ: РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ И ПЕДОАНТРАКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Максим Бобровский

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

Важная задача эколого-исторических реконструкций - выявление прямых факторов и механизмов экосистемных смен

Развитие и применение методологии, сочетающей современные представления синэкологии с комплексом методов, позволяющих реконструировать этапы истории конкретных экосистем, факторы и механизмы их динамики

Различать в истории экосистем:

1. Этапы спонтанной (свободной) динамики экосистем, когда их изменения связаны с действием эндогенных биотических факторов
2. Экзогенные воздействия, в том числе этапы существования участка в виде сельскохозяйственного угодья
3. Этапы сукцессионной динамики после действия антропогенных факторов (пожары / выжигания, распашка, выпас домашнего скота и др.), других экзогенных факторов

Методы – анализ состава и структуры растительности

- Видовой состав (в том числе виды-индикаторы) / видовое разнообразие
- Популяционная структура (в том числе возрастная)

Структурное разнообразие

- Мозаично-ярусная структура
  в том числе «окна», валеж+ВПК, биогенный микрорельеф
- Функциональные группы видов

Методы – анализ состава и структуры растительности

- Непосредственные признаки нарушений:

  Следы рубок

  Следы пожаров

Методы

- Дендрохронологический анализ для определения возраста сравнительно недавних пожаров, выявления синхронных нарушений (рубки, ветровал)
- Реконструкции динамики растительности, изменений лесистости территории, интенсивности антропогенного воздействия на природные ландшафты по данным комплексного анализа торфяных, озерных и др. отложений (спорово-пыльцевой анализ, ботанический анализ торфа и др.)

Методы

- Морфологический анализ почвенного профиля, используемый для реконструкции истории экосистем на локальном уровне. В основе - метод «археологии экосистем» Е.В. Пономаренко (1990, 1999) и развиваемые на его основе методы (Бобровский, 2004, 2010 и др.)

- Педоантракологические методы

  Педоантракология (pedoanthracology) – изучение углей в почве

  (Carcaillet, Thinon, 1996;. Talon et al., 1998; Hart et al., 2008; de Lafontaine, Asselin, 2011; Cunill et al. 2012; Nelle et al., 2013 Nelle et al. 2013; Robin, Nelle, 2014 и др.)

Человек владеет огнем около 2 млн. лет

Следы пожаров

- Пожарные подсушины на стволах деревьев
- Древесные угли, другой обугленный материал
- Преобразованная поверхность почвы

Зачем нам нужны угли?

- Свидетельство пожара/выжигания/сжигания
- Маркер событий, сопутствующих образованию углей или последовавших за ним
- Радиоуглеродная дата – время изъятия углерода из атмосферы, косвенно – время пожара и других событий
- Таксономическая принадлежность – состав растительности

Зачем нам нужны угли?

Информация о событии и его времени на определенном участке поверхности

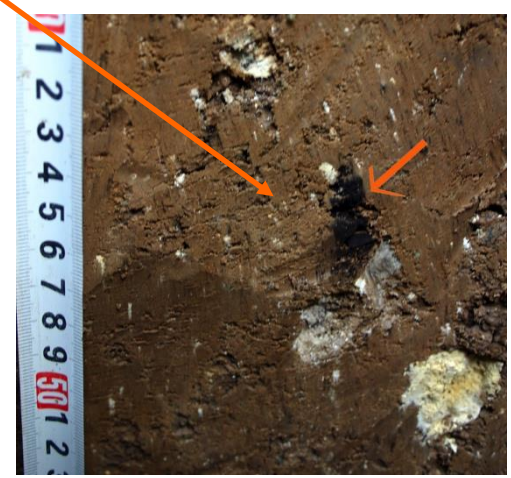
- Пожар – естественный или антропогенный (доля естественных пожаров – от 2 до 50%, для равнинных территорий Европы – 2-3%)
- Использование огня для охоты
- Выжигание под пастбища
- Выжигание стерни и лугов – травяные палы
- Подсека / расчистка под пашню
- Сжигание порубочных остатков

Угли в почве

Формы углей

Окатанные (трансформированные на поверхности почвы)

Пластинчатые (типичные древесные угли)



Дисперсные, угольная пыль

Расположение углей

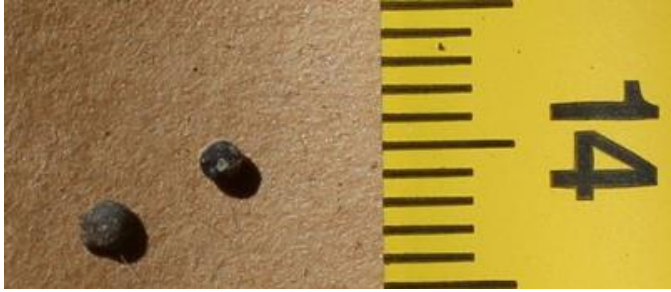
- На поверхности минеральной почвы
- В минеральной почве

Угли на поверхности минеральной почвы

Единичные или слои на поверхности почвы: пожары при длительном отсутствия перемешивания почвы вывалами

Переслаивание слоев углей несгоревшей подстилкой: многократные «беглые» низовые пожары

Окатанные угли



Окатанные угли индицируют обнажение поверхности почвы на протяжении сравнительно долгого времени

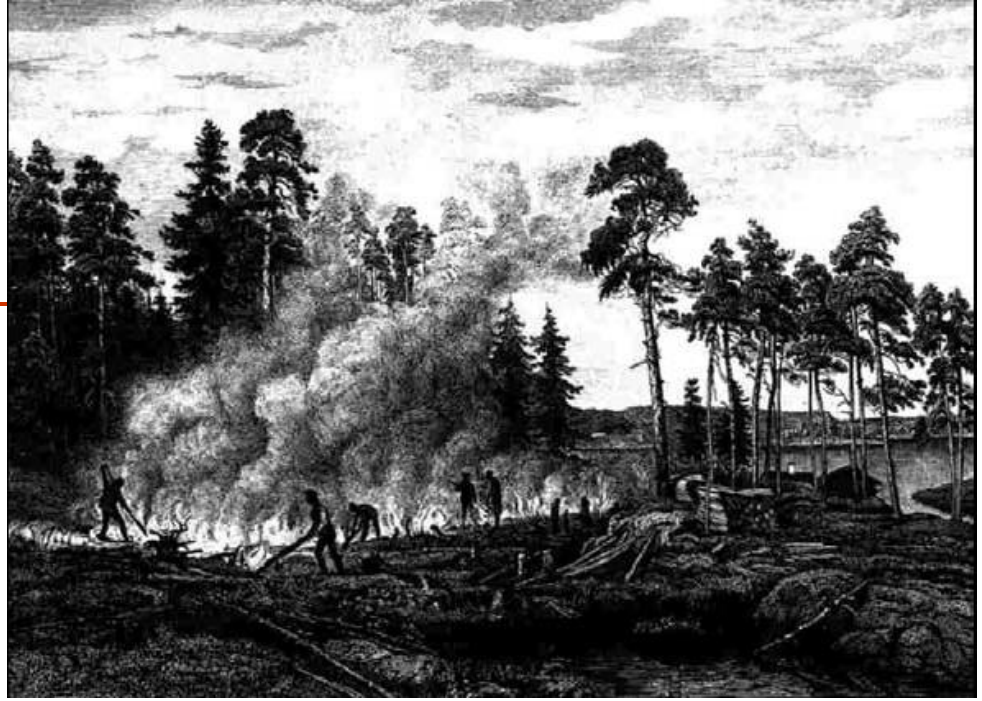
Присутствие в профиле только окатанных углей – отсутствие педотурбаций в течение длительного времени после пожара (часто – многократные пожары)

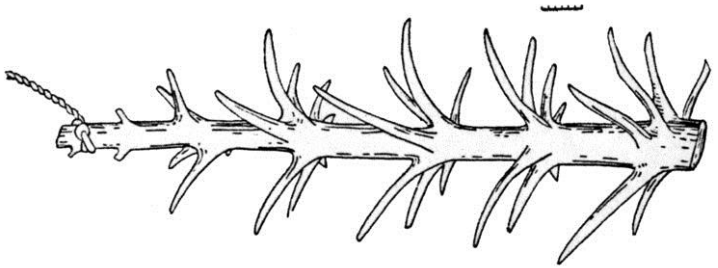
Мы можем найти окатанные угли под подстилкой или под основаниями стволов деревьев

Как угли попадают в минеральную почву?

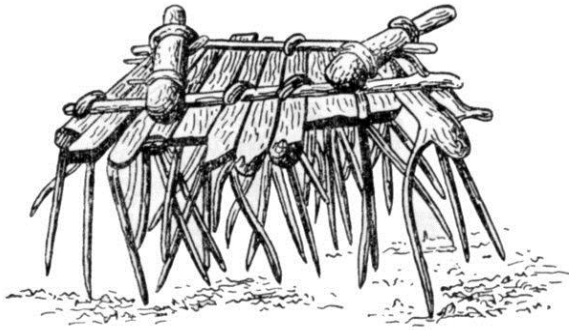
- перемещение углей почвы при обработке почвы орудиями
- отсыпка на поверхность почвы материала с передней стенки бугра вывала
- перемещение углей в западину вывала
- погребение углей делювиальным или эоловым наносом (или латеральное перемещение + погребение)

Подсека в Иасалми, восточная Финляндия (рис. Б. Линдхольма)





а



б

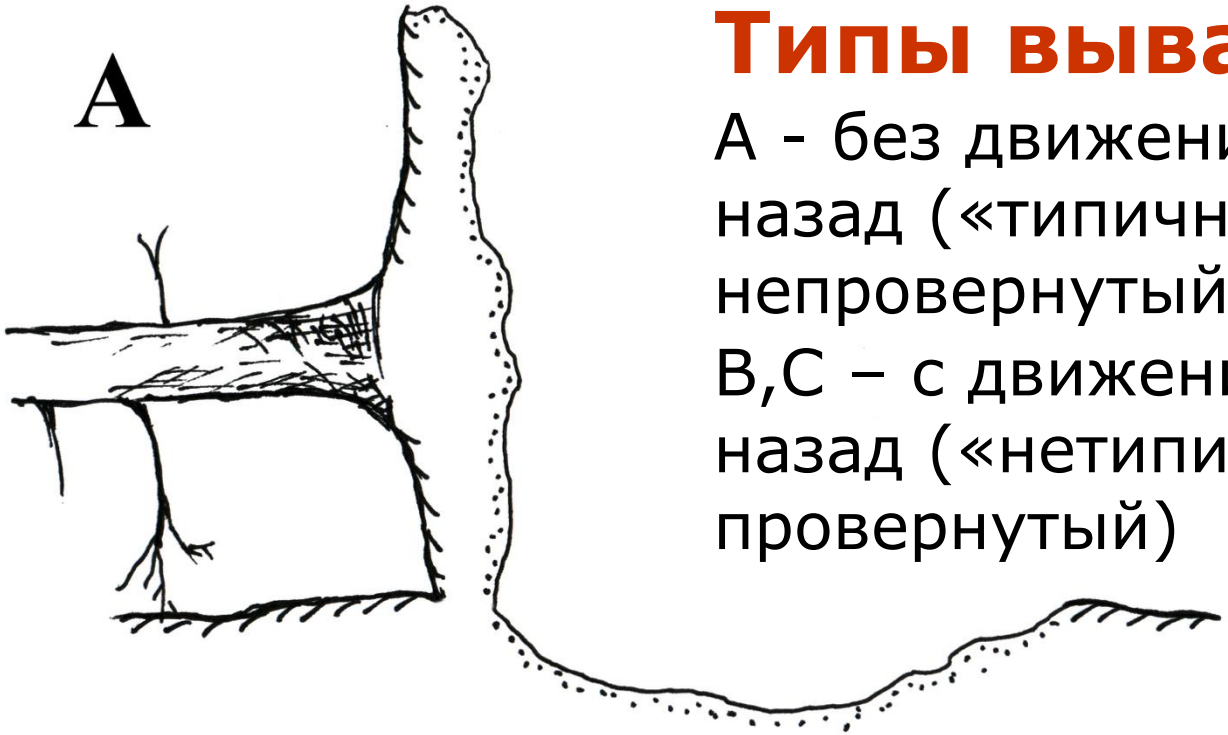
Бороны: *а* – тяжелая «суковатка», *б* – «смык»

Пашенное земледелие

- Основное орудие обработки почвы – разнообразные рала (около 5000 лет)
- Двузубая соха – появление в северо-западных районах Русской равнины с 8 века
- Грядковый плуг – около 10 века

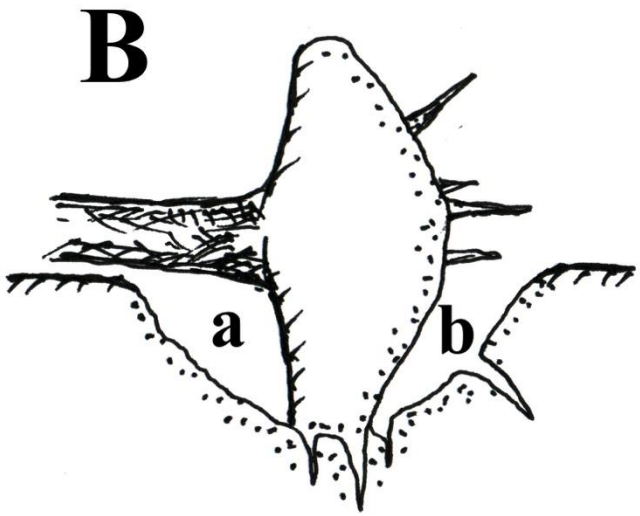
В конце 19 века в лесных областях на 1000 хозяйств – 1-2 плуга

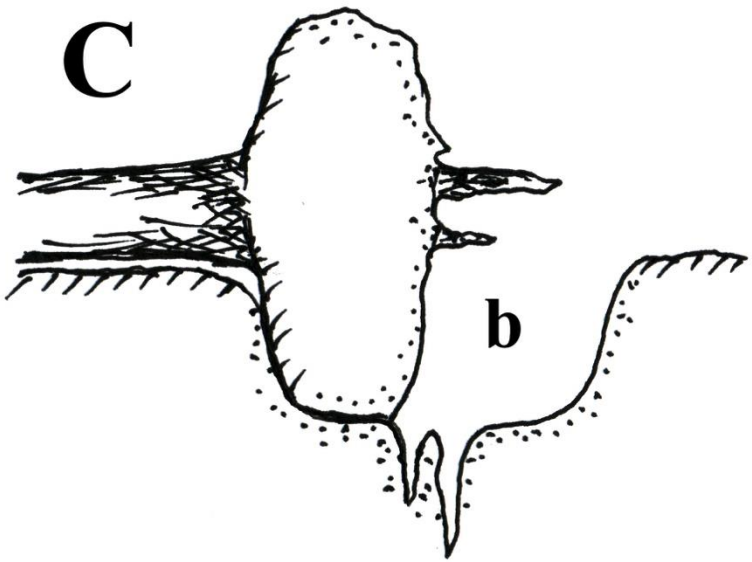
Типы вывалов

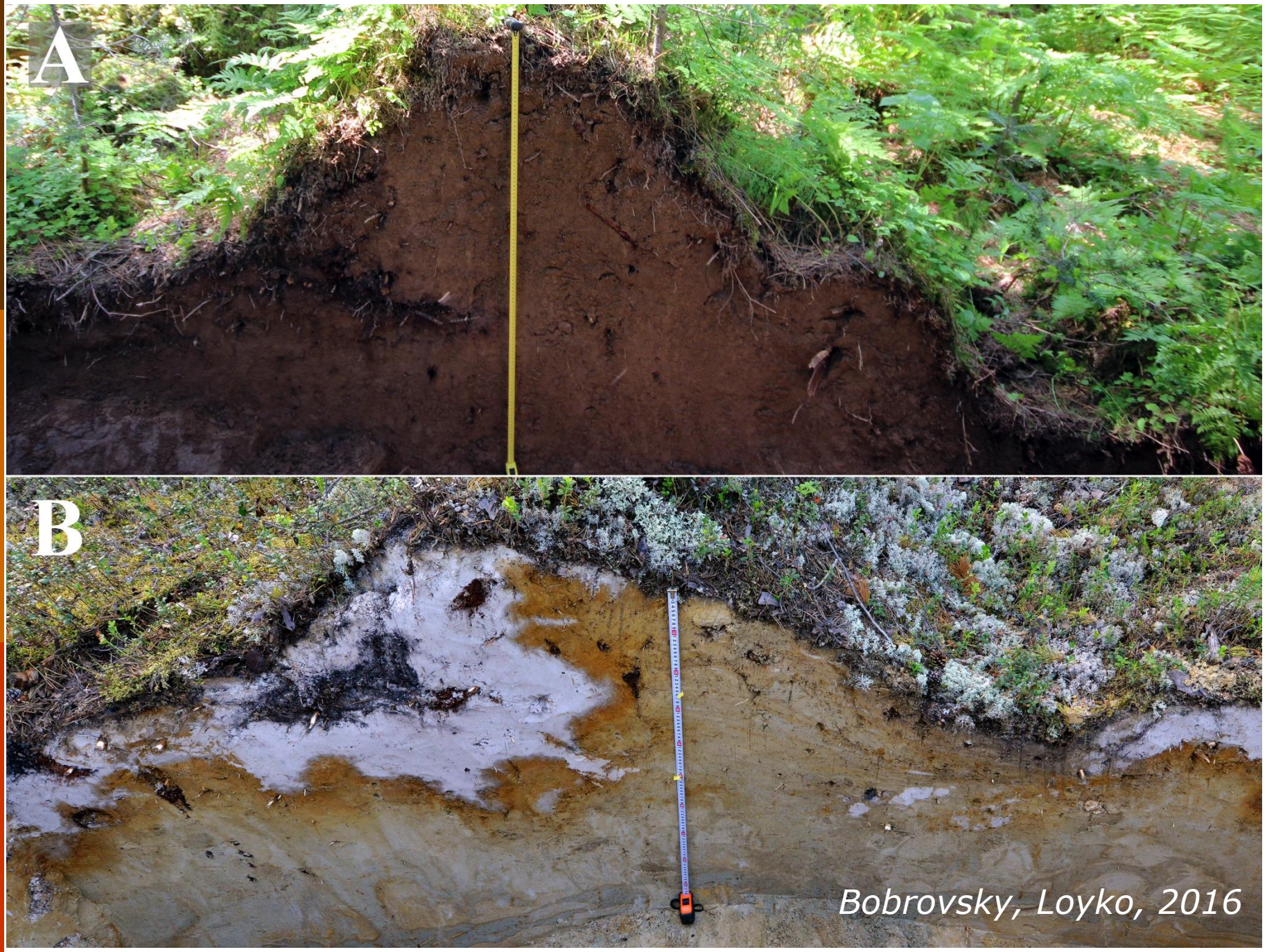


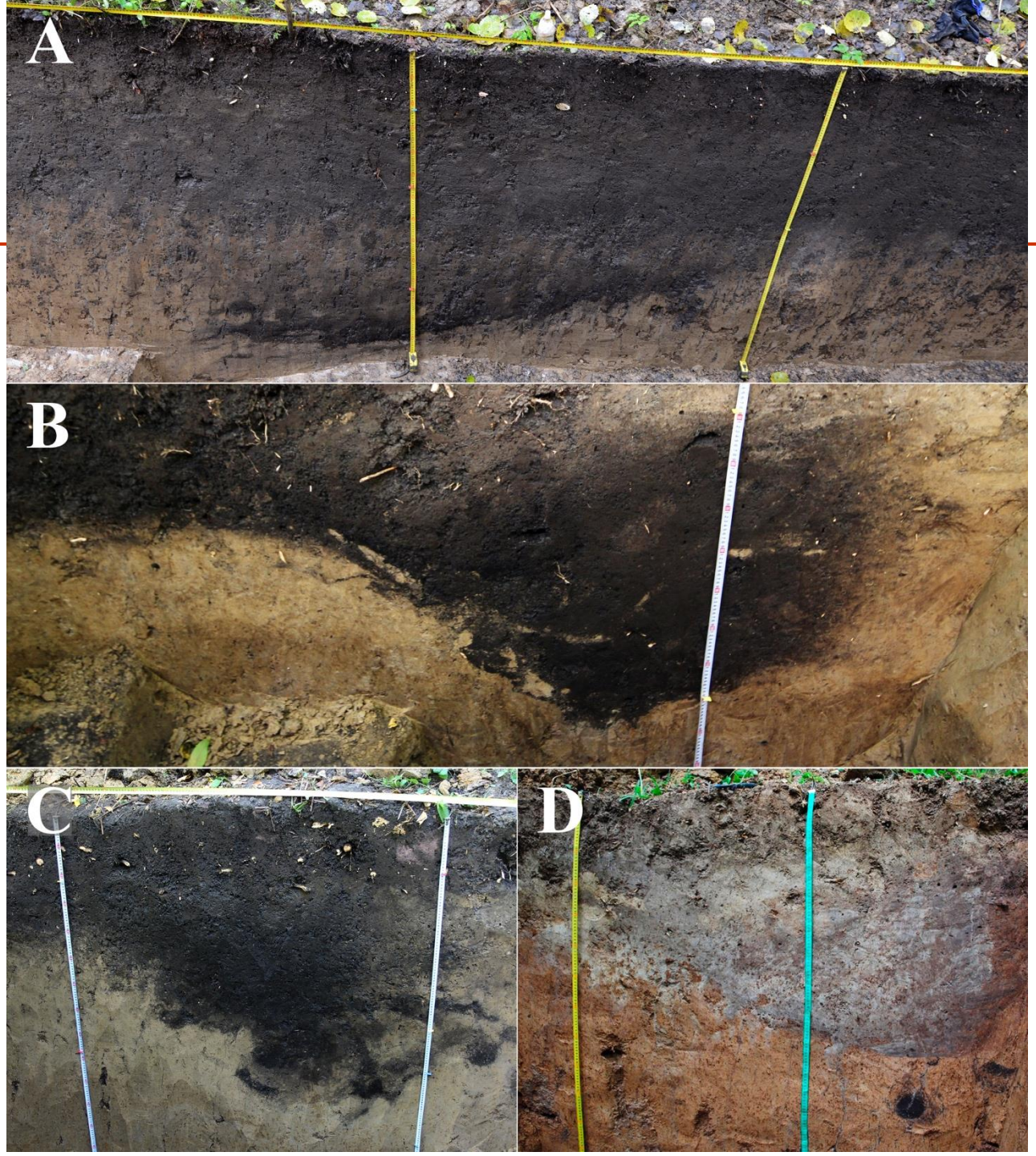
А - без движения ствола назад («типичный», непровернутый)

В,С – с движением ствола назад («нетипичный», провернутый)






A
B
Bobrovsky, Loyko, 2016



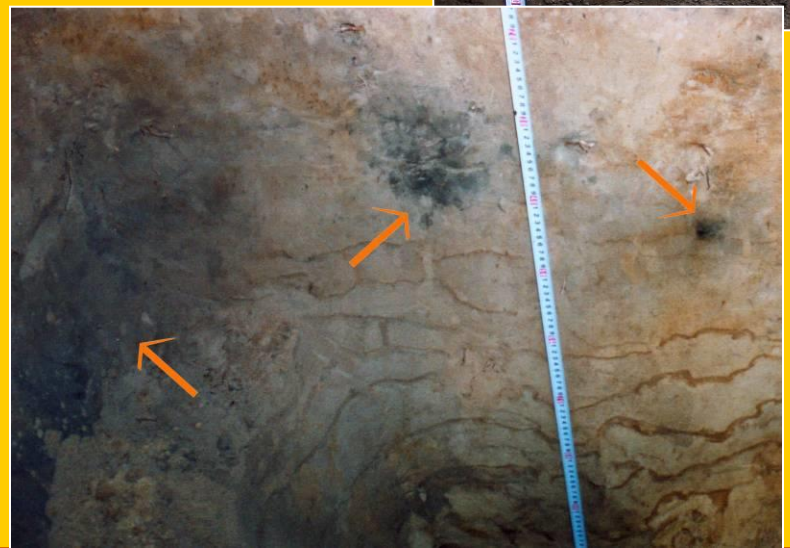
Bobrovsky, Loyko, 2016

Угли в материале отсыпки вывалов деревьев

«слой»

единичные

«пятно», «котел»



Karula National Park (Estonia)

Karula National Park (Estonia)

20-37cm	**AD 1521-1641**	from the end of Middle ages to Sweden period
40-60cm	**AD 1493-1603**	from the end of Middle ages and Polish times
75-110cm	**AD 961-1025**	late viking age

130-165cm **BC 2409-2286** early Bronze times

Karula 2

Karula 3

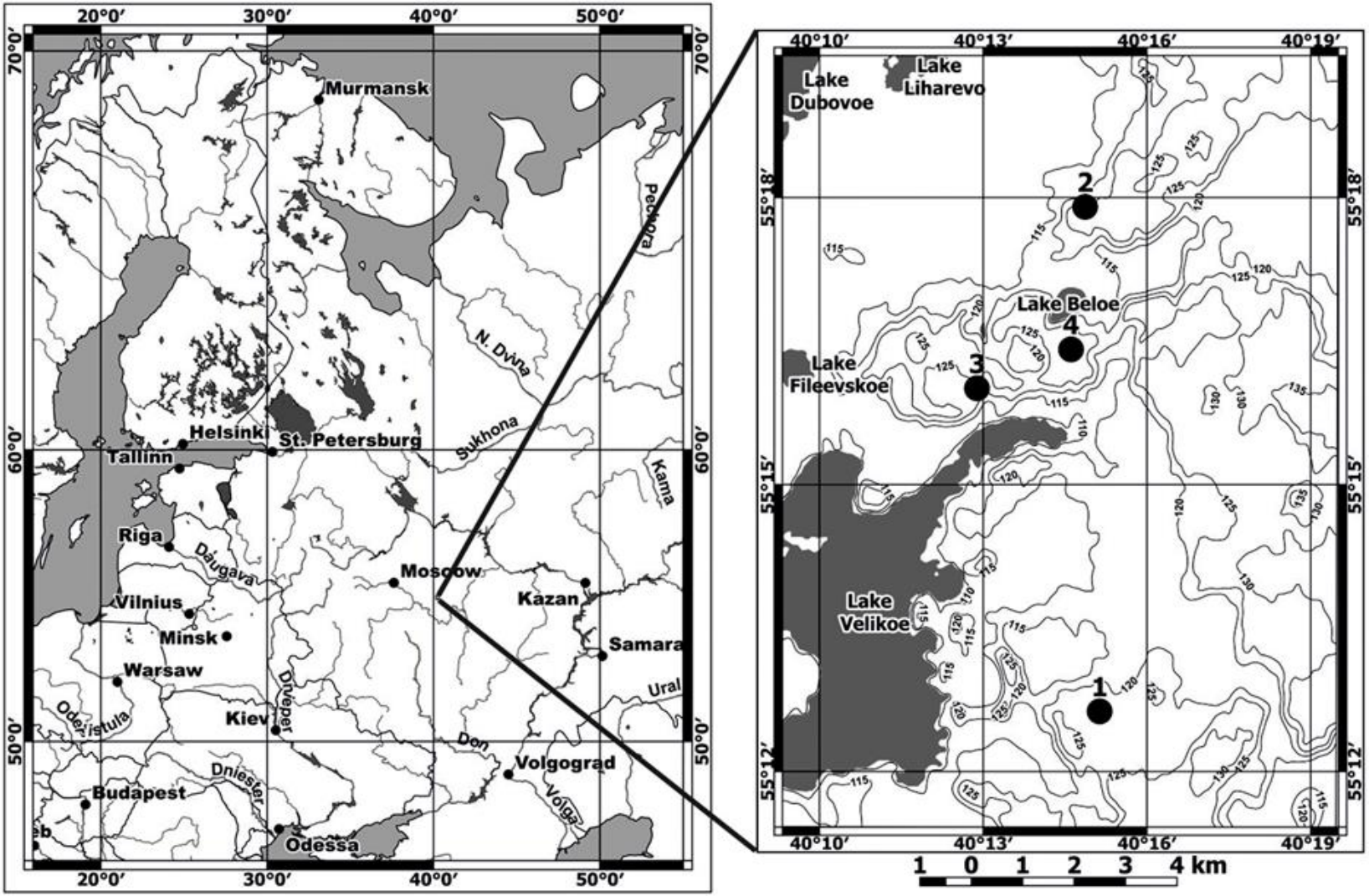
Karula 4

Karula 5

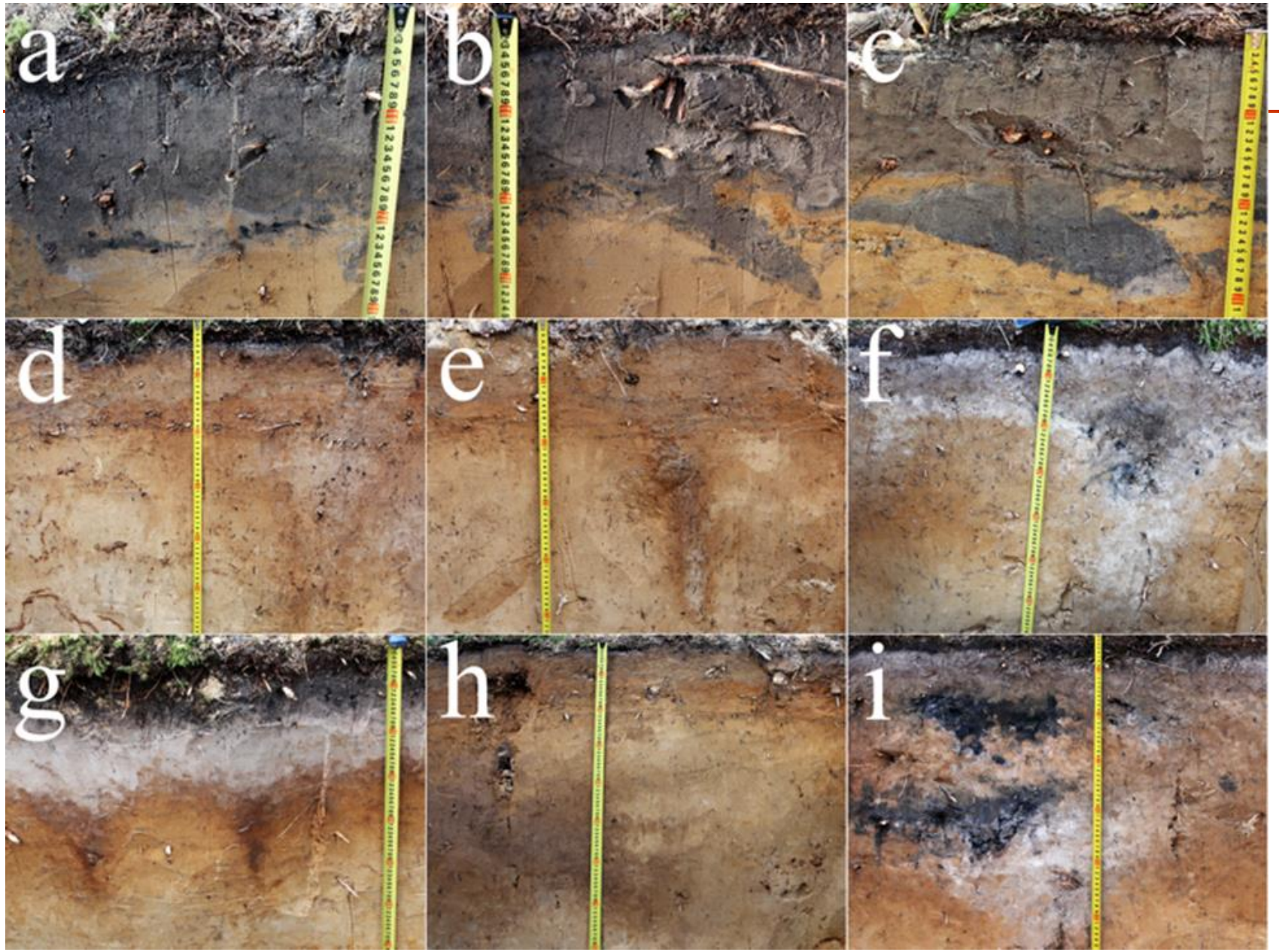
Karula National Park (Estonia)

1	20-37 cm	AD 1521-1641
	40-60 cm	AD 1493- 1602
	75-110 cm	AD 961-1025
	130-165 cm	BC 2409- 2286
2	7-20 cm	AD 1679-1939
	>20 cm	AD 1665-1805
3	7-20 cm	AD 1679-1939
	>20 cm	AD 1665-1805
4	0-10 cm	AD 1514- 1599
5	0-18 cm	AD 1695-1918
	18-35 cm	AD 1044-1155

Рязанская область
район оз. Великое

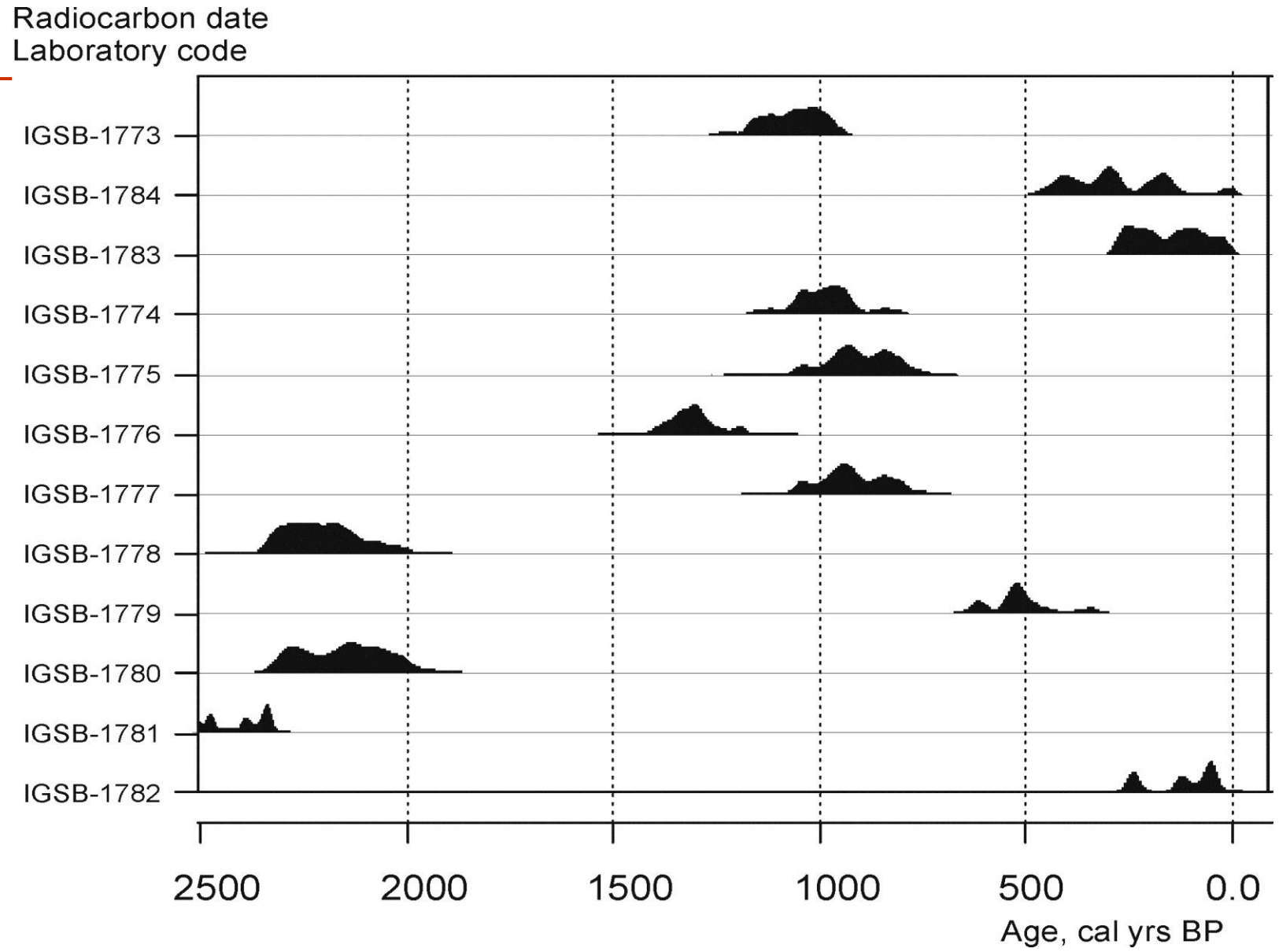


Разные варианты морфонов в профилях почв



Рязанская обл., район оз. Великое

Вероятностные кривые калиброванных радиоуглеродных дат (Рязанская обл., район оз. Великое)

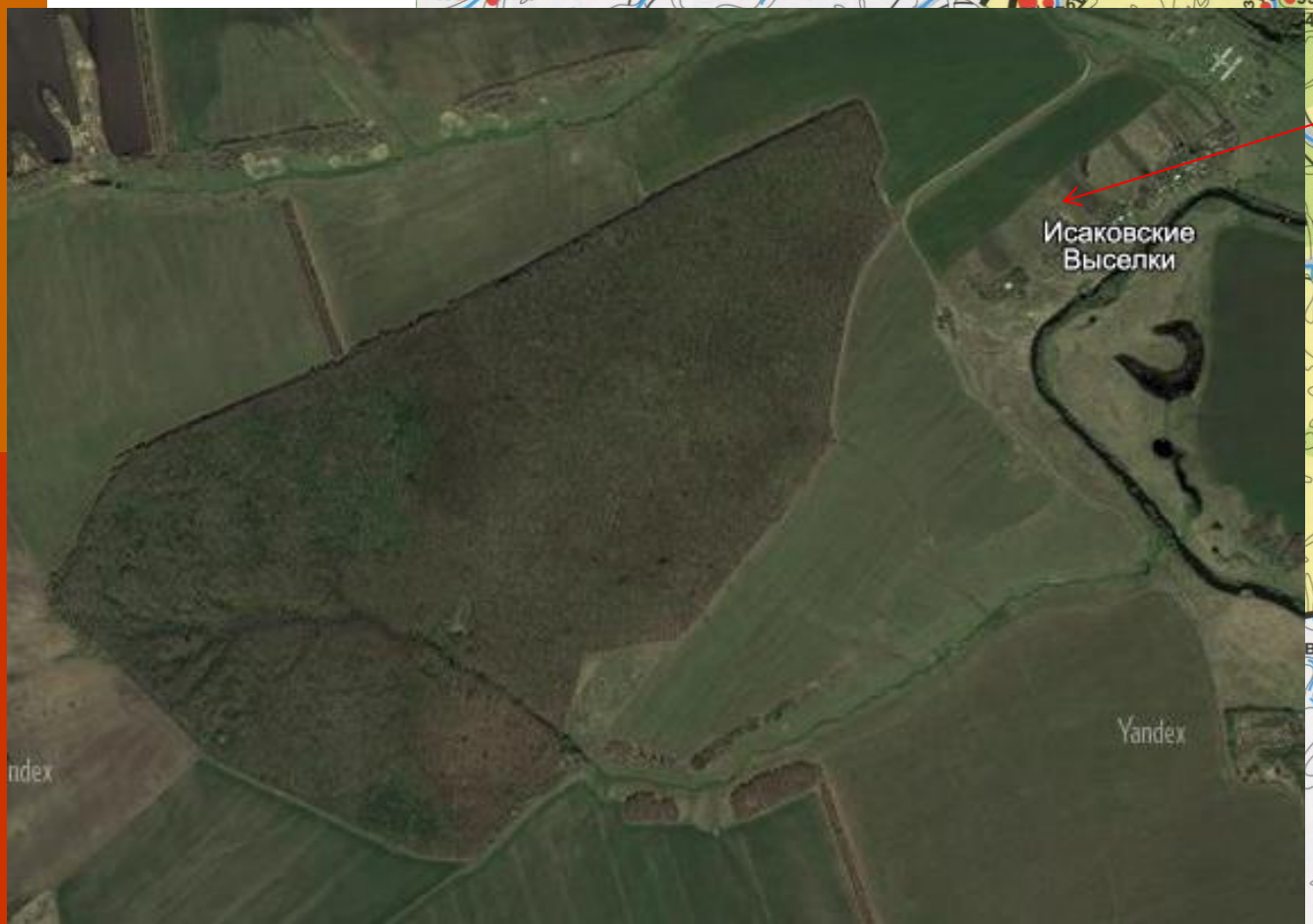


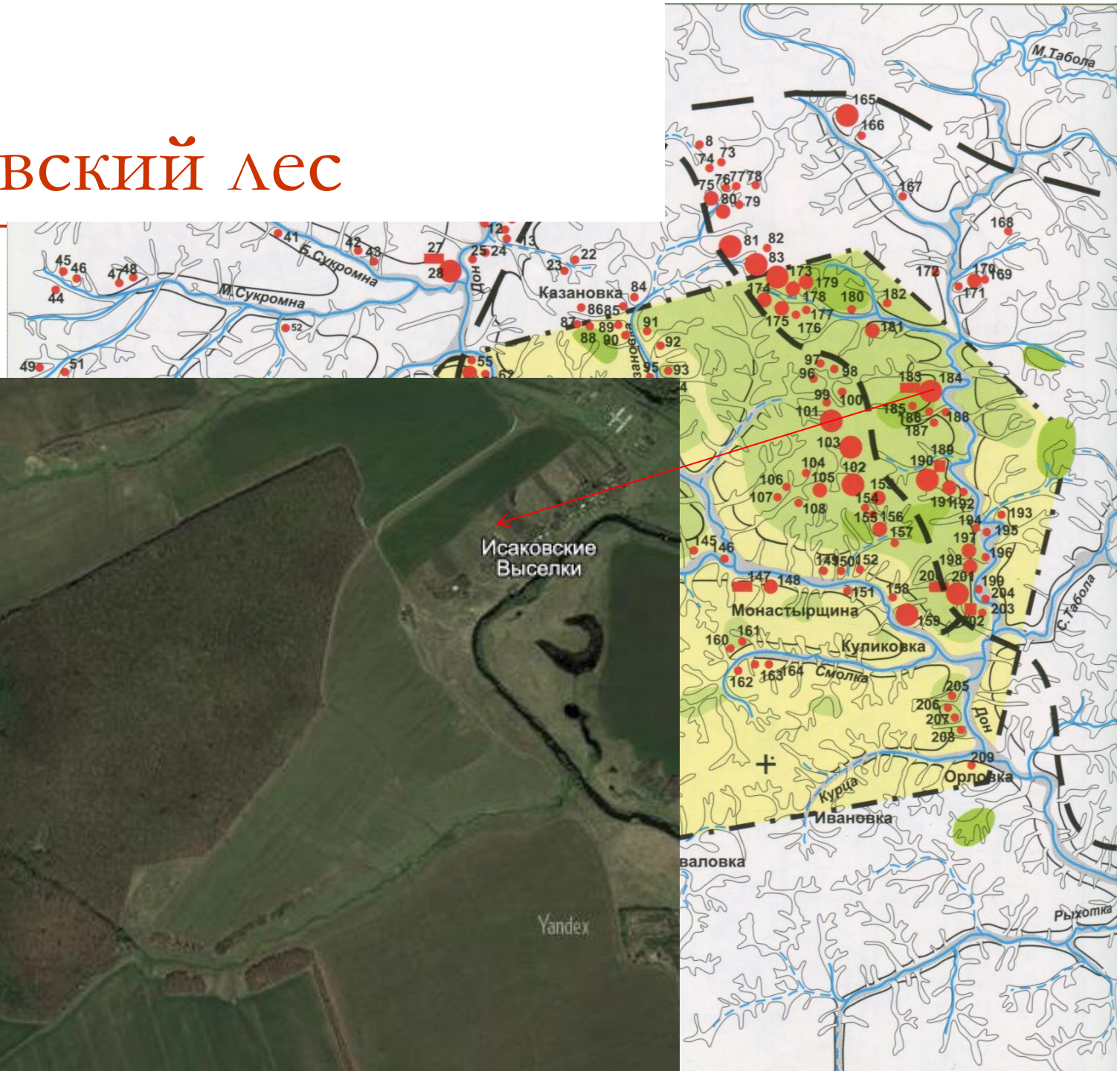
Калужские засеки

850±70, 860±60,
1090±90 кал.л.н

Владимир
Зеленоград
Королёв
Владимирская область
Москва
Орехово-Зуево
р. Руза
Одинцово
Люберцы
Гусь-Хрустальный
Подольск
Наро-Фоминск
Воскресенск
Обнинск
Чехов
Коломна
Серпухов
Ступино
р. Ока
Рязань
Калуга
Алексин
р. Осётр
Рязанская область
Тула
Новомосковск
Щёкино
Донской
р. Пара
Куликово поле
Р-22
р. Ока
р. Черня
М-4 (платная)
Орёл
Мичуринск
Орловская область
Елец
Липецк

Исаковский лес



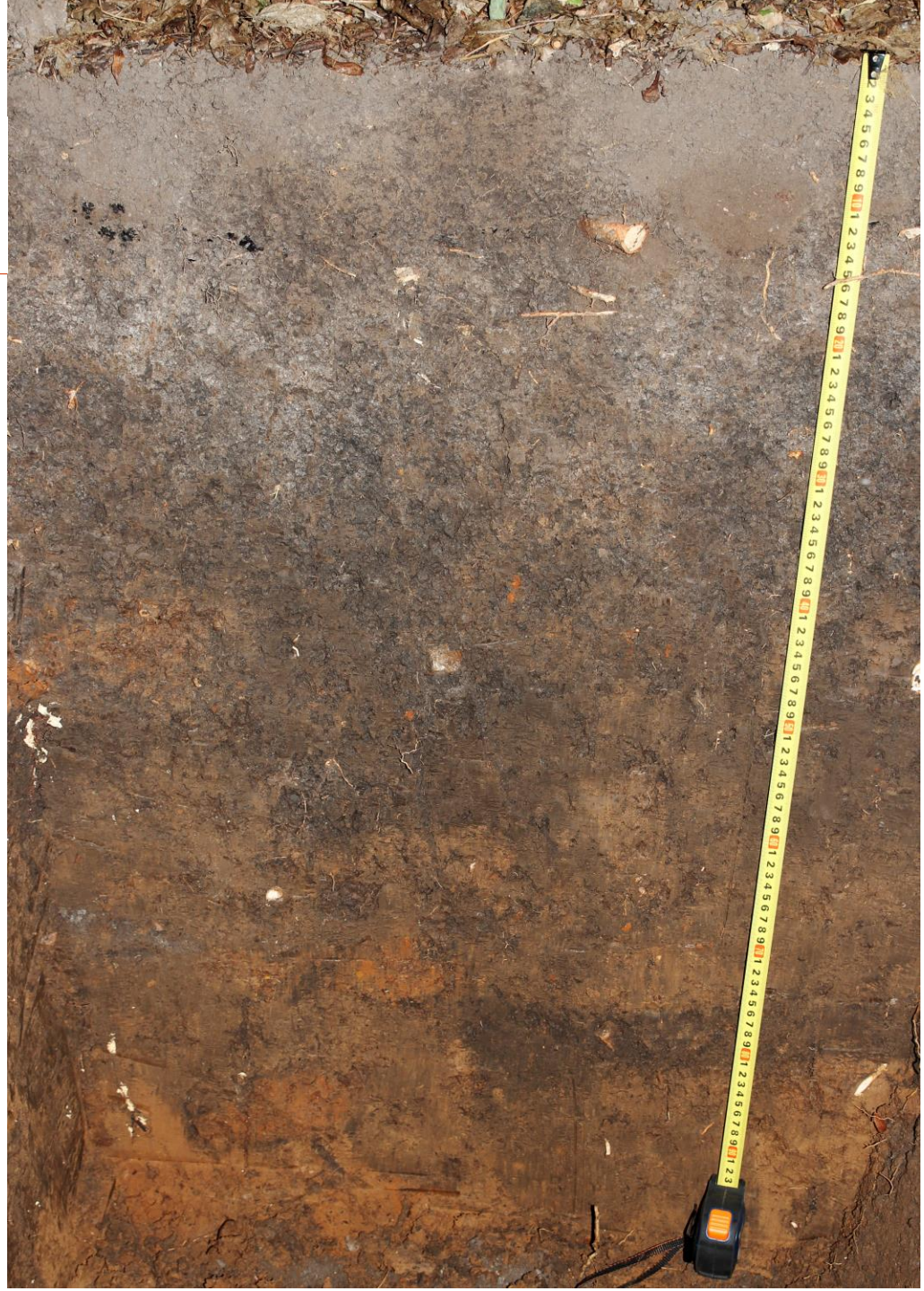


Исаковский лес

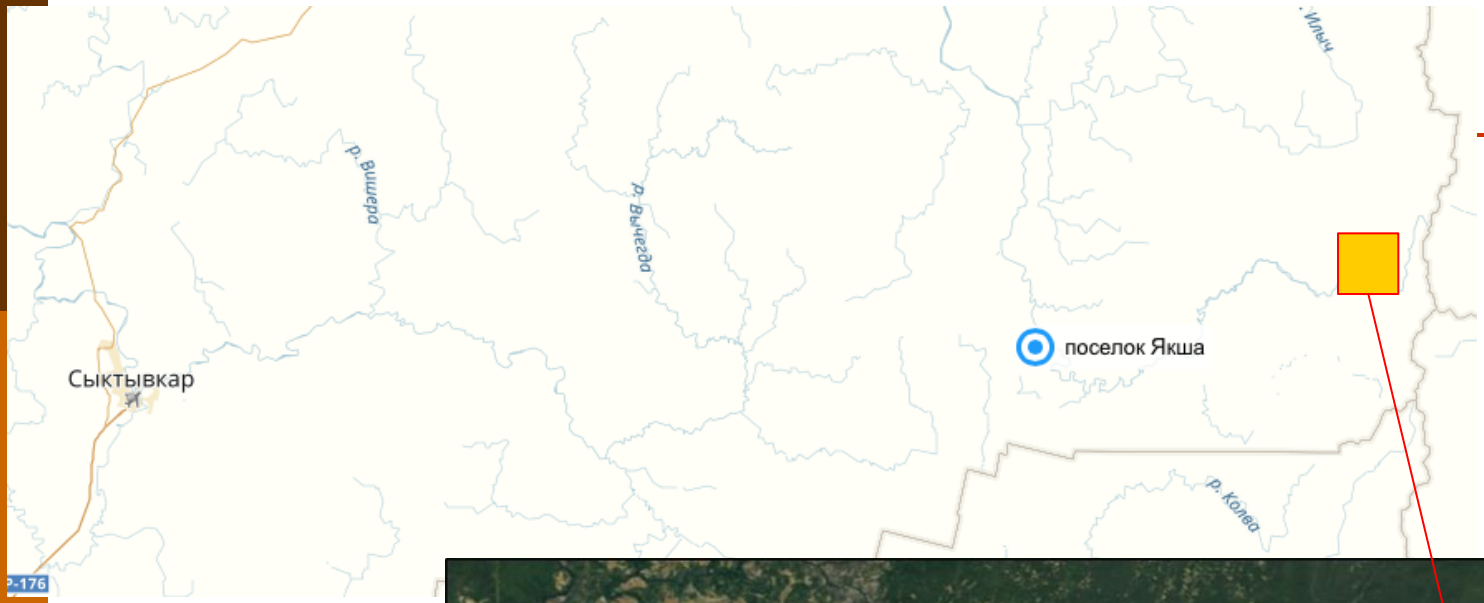
IGSB-1634 840±80 BP
1180±80 AD

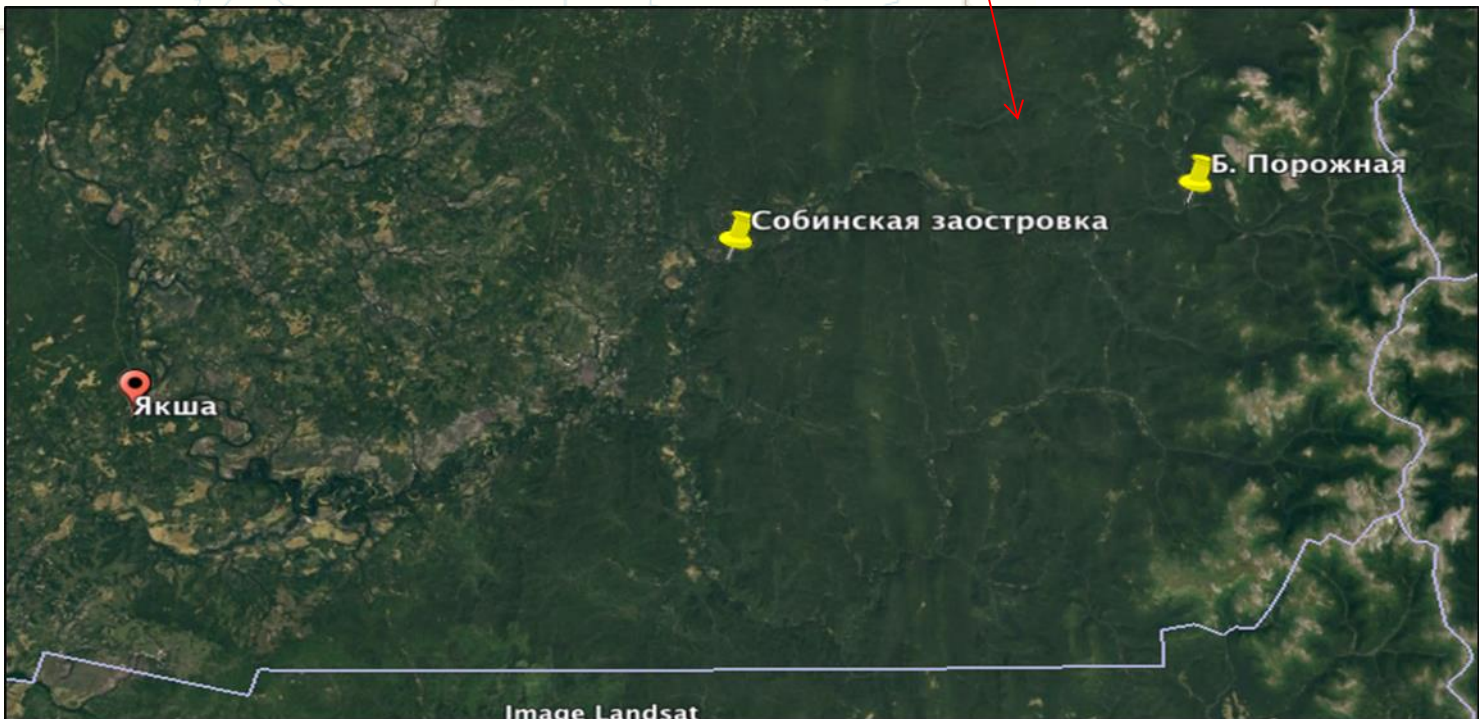
Себинский лес

IGSB-1709 720±50 BP
1230±50 AD
IGSB-1710 980±140 BP
980±140 AD

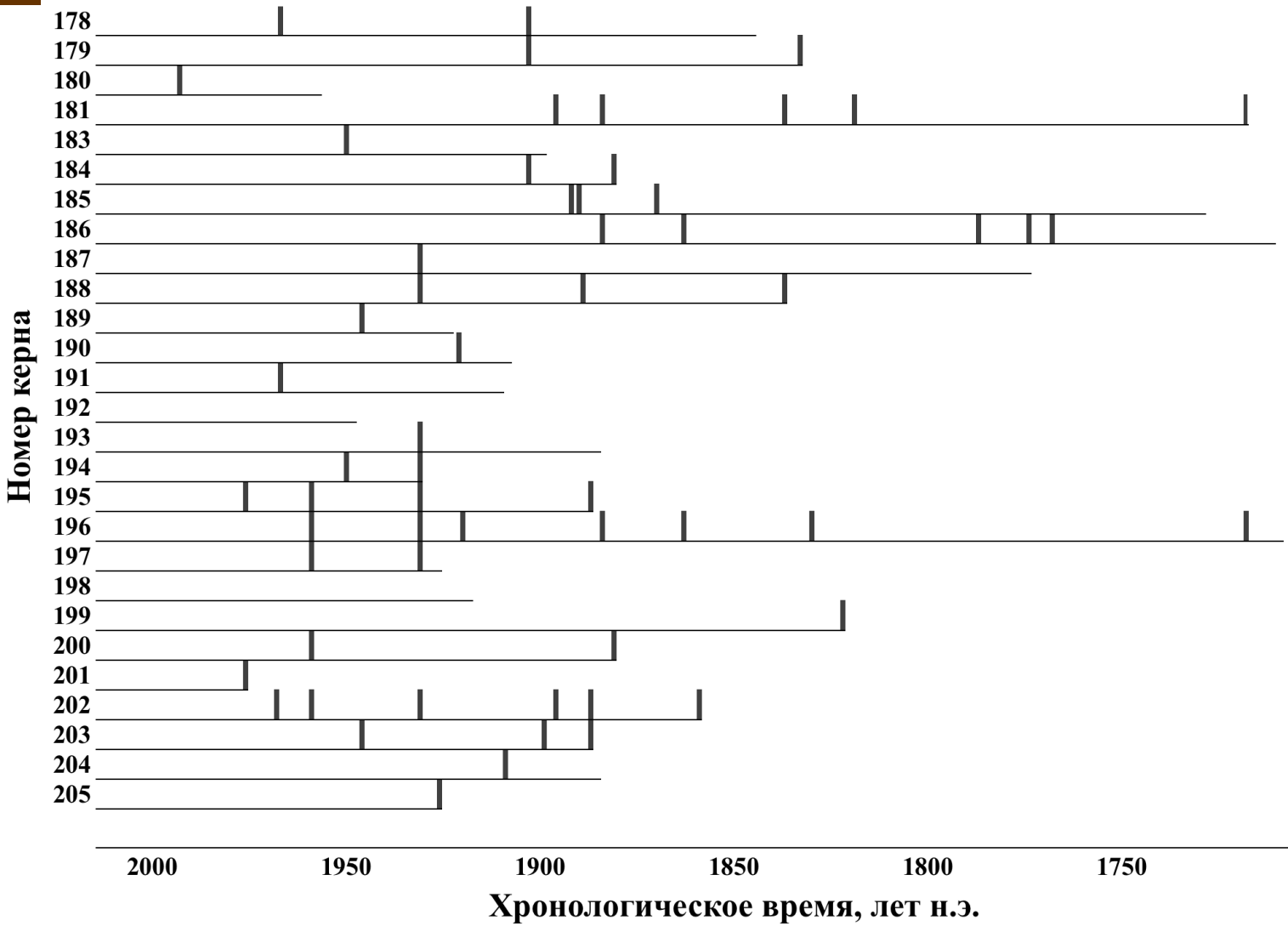


Печоро-Илычский заповедник





Пожарная хронология для сосновых лесов на Участке №4 в районе к. Собинский



Горизонтальные линии - деревья, вертикальные линии - подсушины

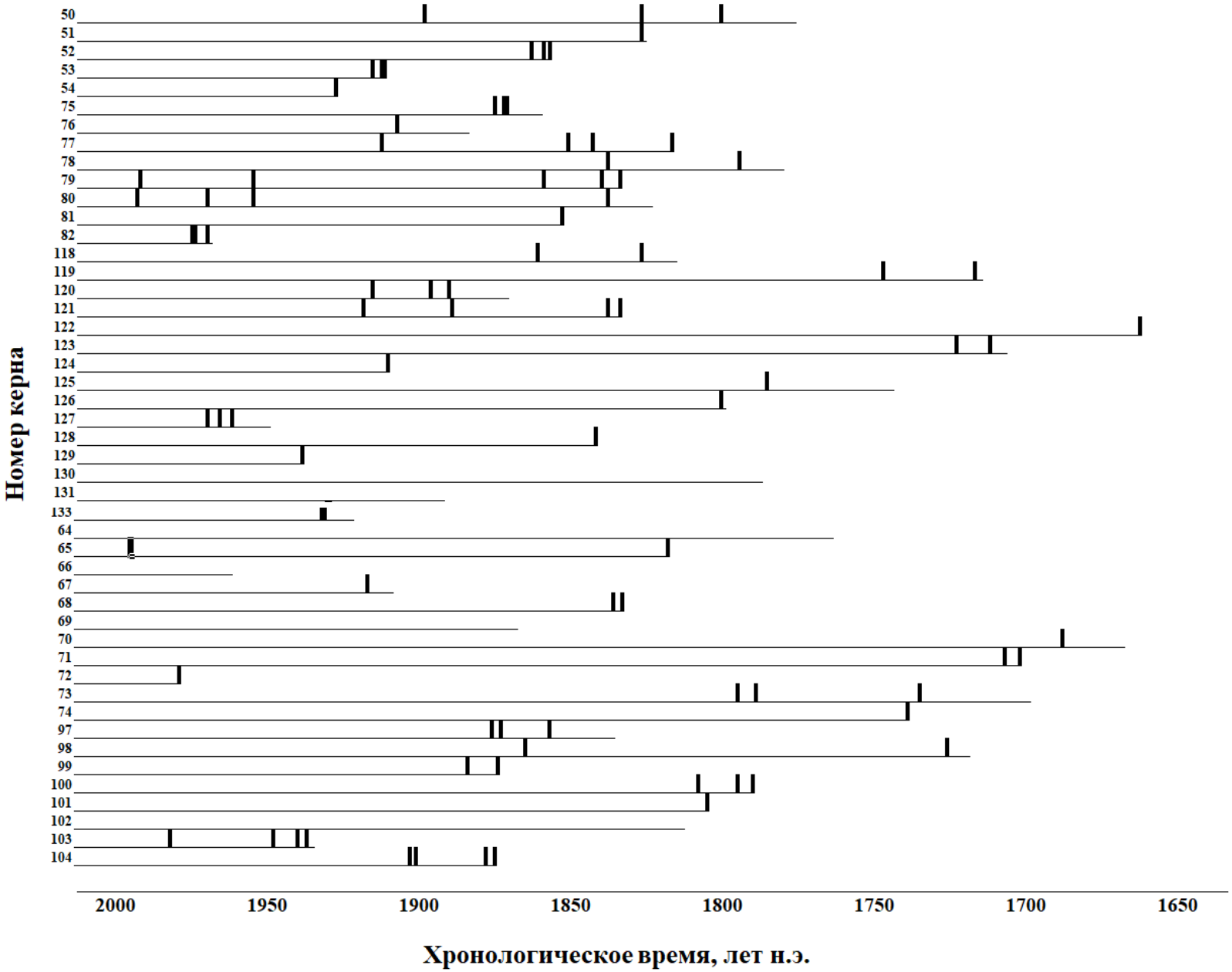
Число пожарных подсушин для всех исследованных деревьев на трансекте в районе к. Собинский (5 км)

Печоро-Илычский заповедник

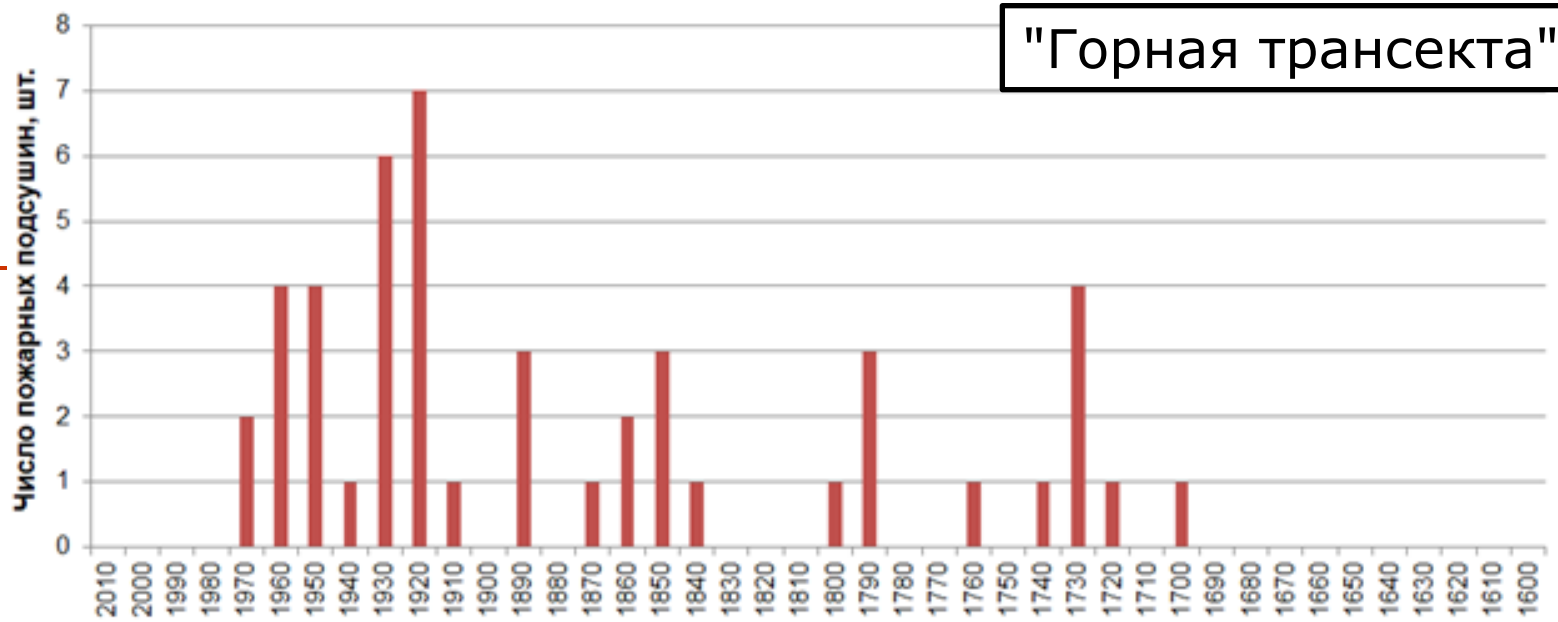
"Горная трансекта" - от р. Печора до границы леса на г. Медвежья, 3 км

Горизонтальные линии - деревья, вертикальные линии - подсушины

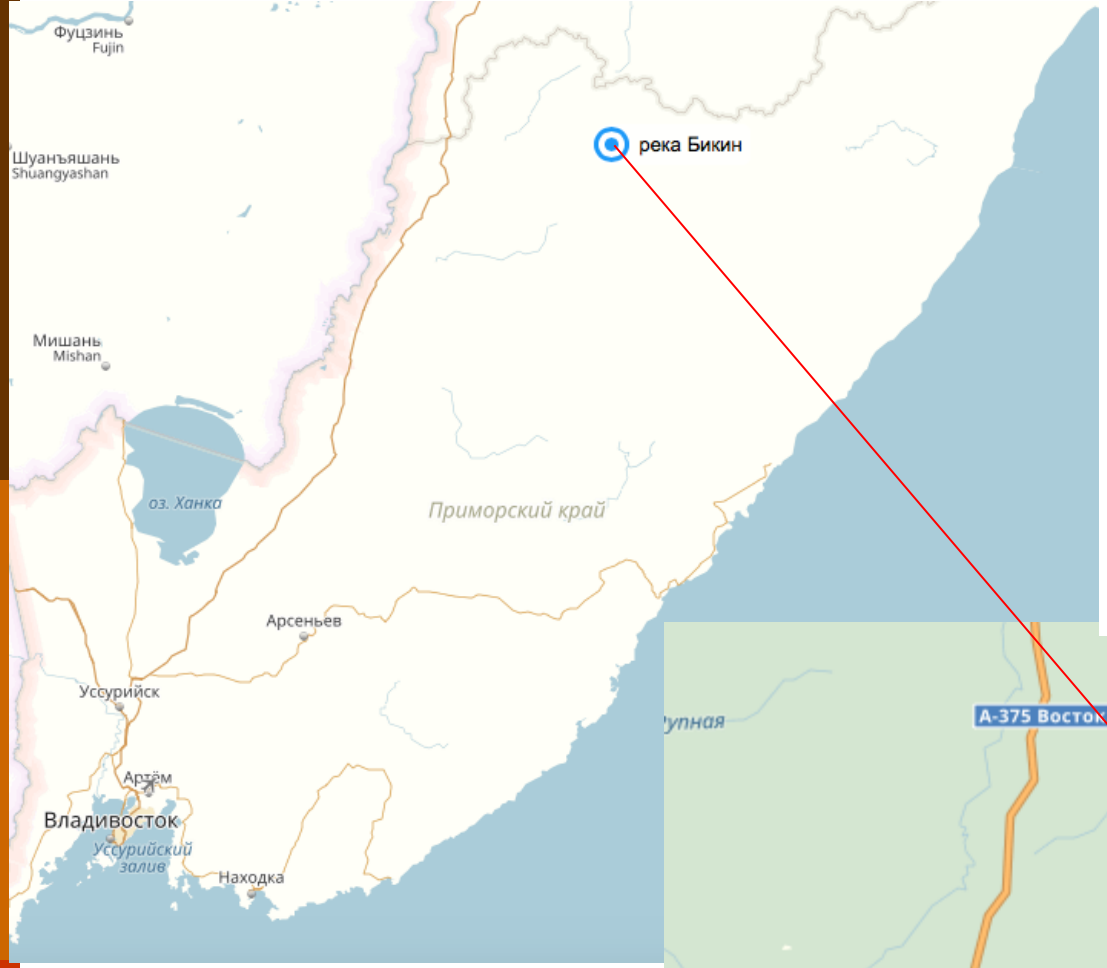
"Сфагновая трансекта" - от р. Печора на водораздел, 5 км



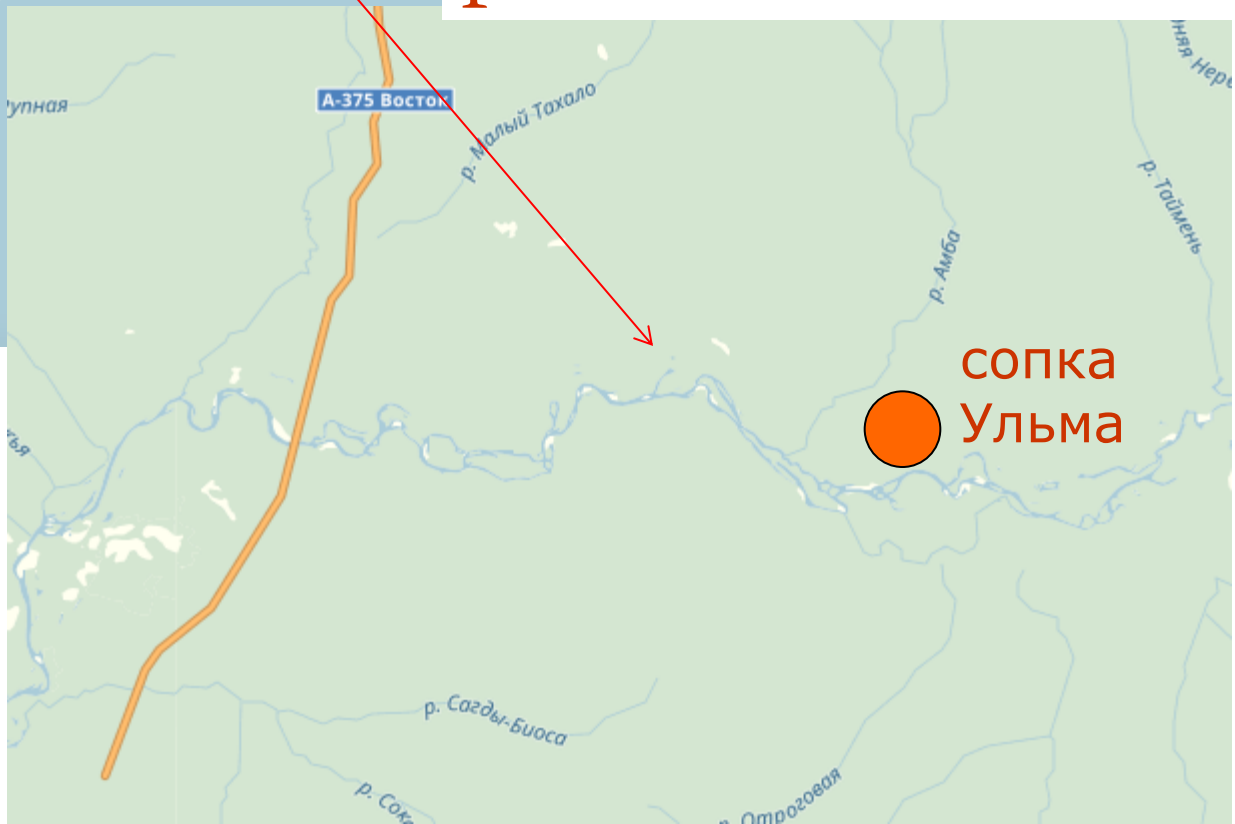
"Горная трансекта"

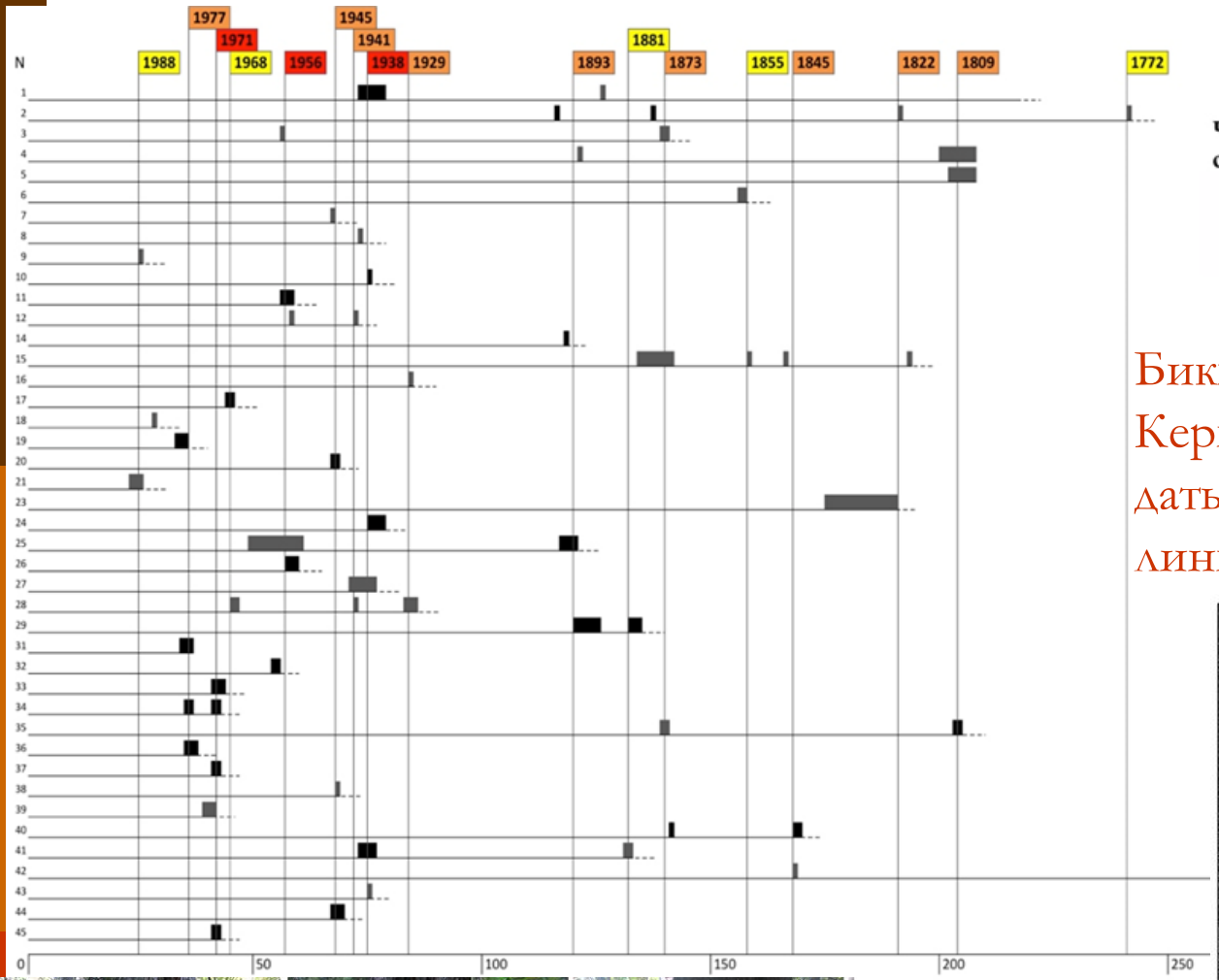


"Сфагновая трансекта"



Приморье, среднее течение р. Бикин

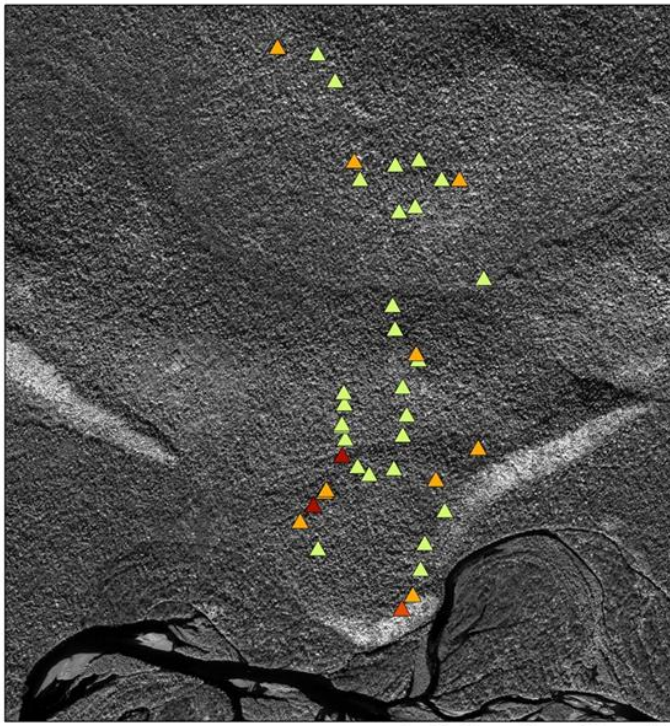




Число кернов
со следами пожара

- 1-2
- 3-4
- 5 и более

Бикин, пожарная хронология. Керны – горизонтальные линии, даты пожаров – вертикальные линии



Число пожарных «меток» на керне

1 2 3 4

0 125 250 500 750 1 000

А

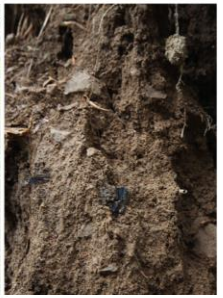
Б

А

Б

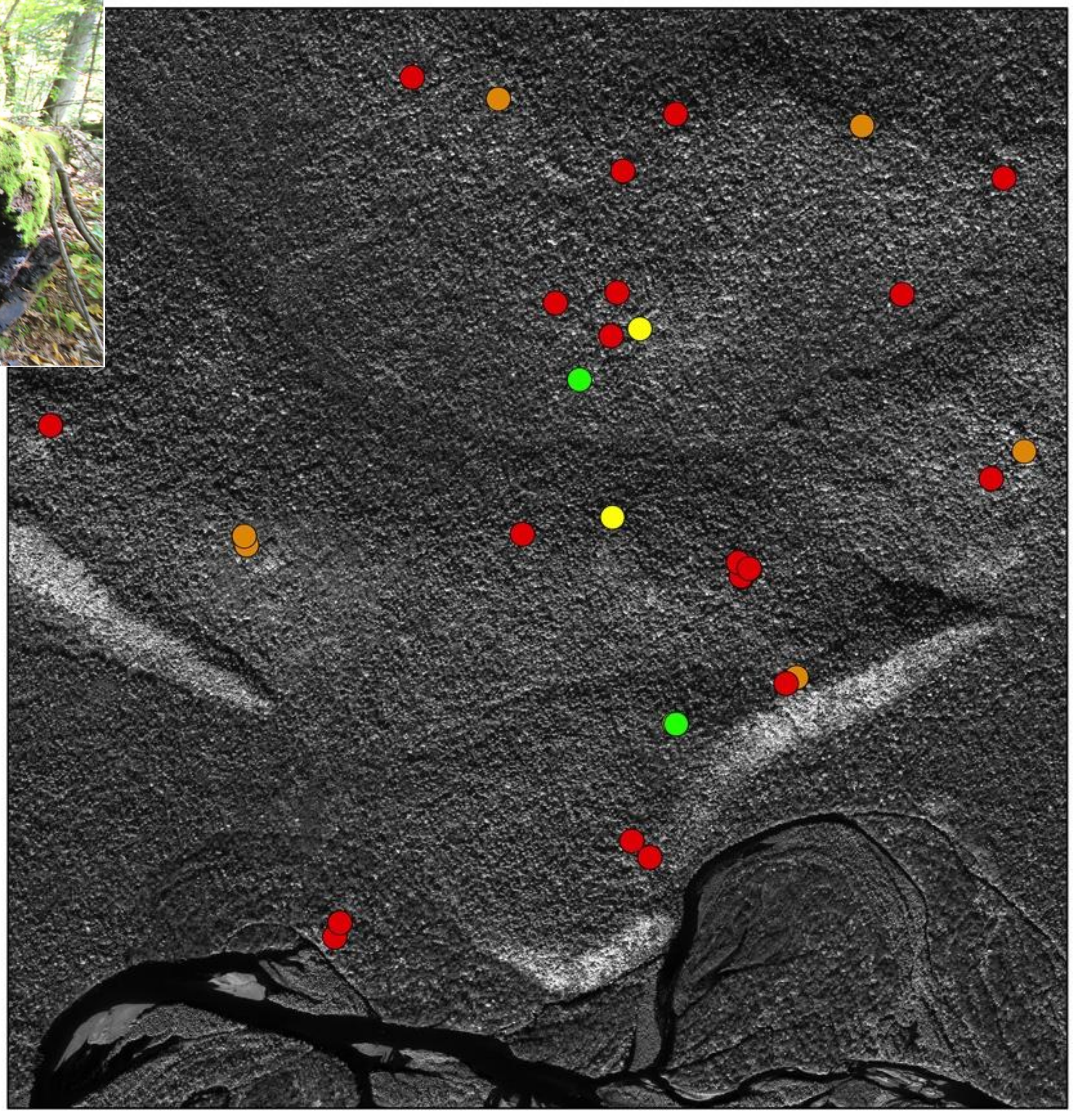
В

Г



А

Б

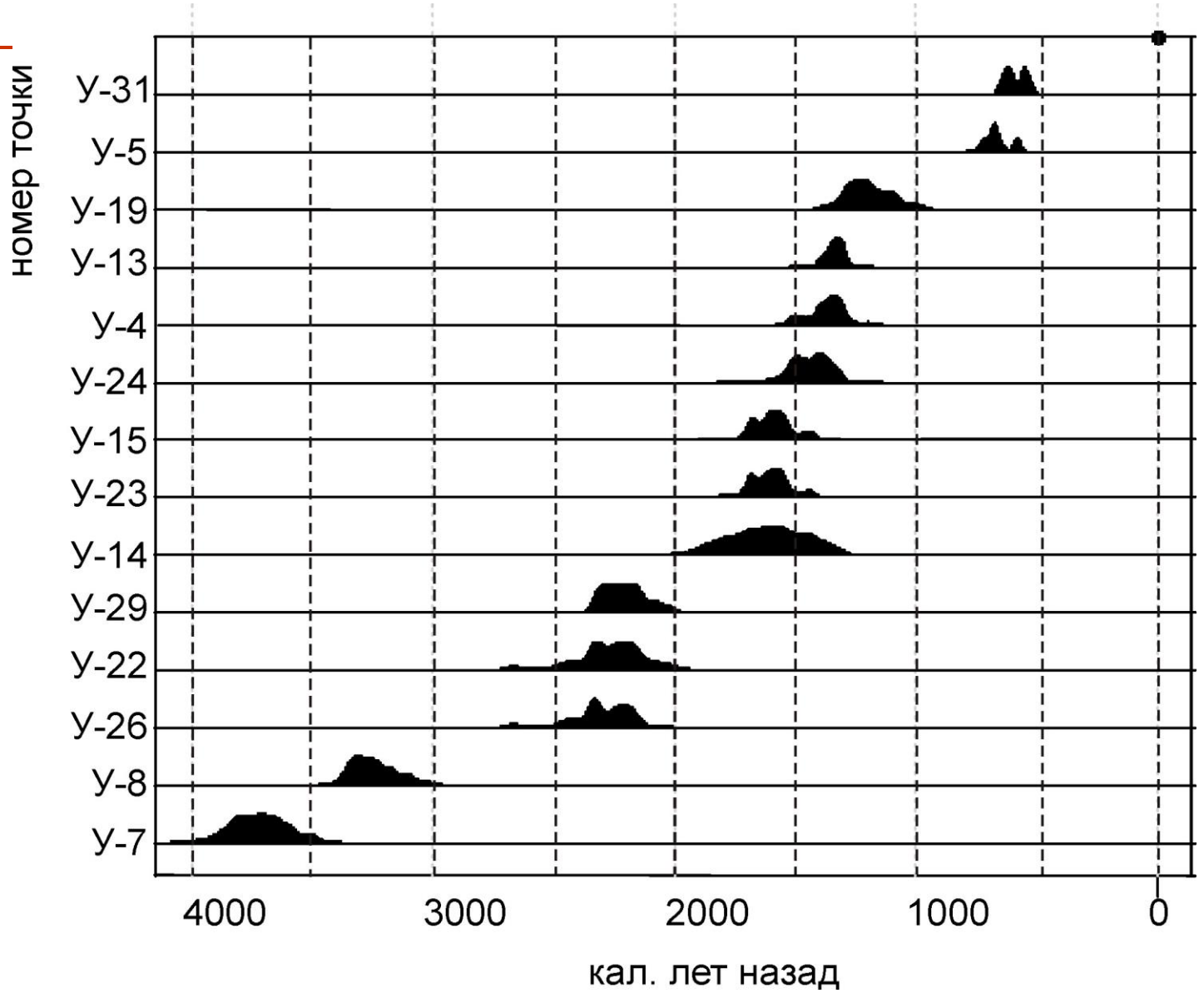


0 125 250 500 750 1 000

Meters

- обугленные пни, валежины
- угли в подстилке
- угли в гумусовом горизонте
- угли в иллювиальном горизонте или почвообразующей породе

Вероятностные кривые калиброванных радиоуглеродных дат (Приморский край, р. Бикин)



Пихтово-еловый лес, Сихотэ-Алинь

3690±25 BP

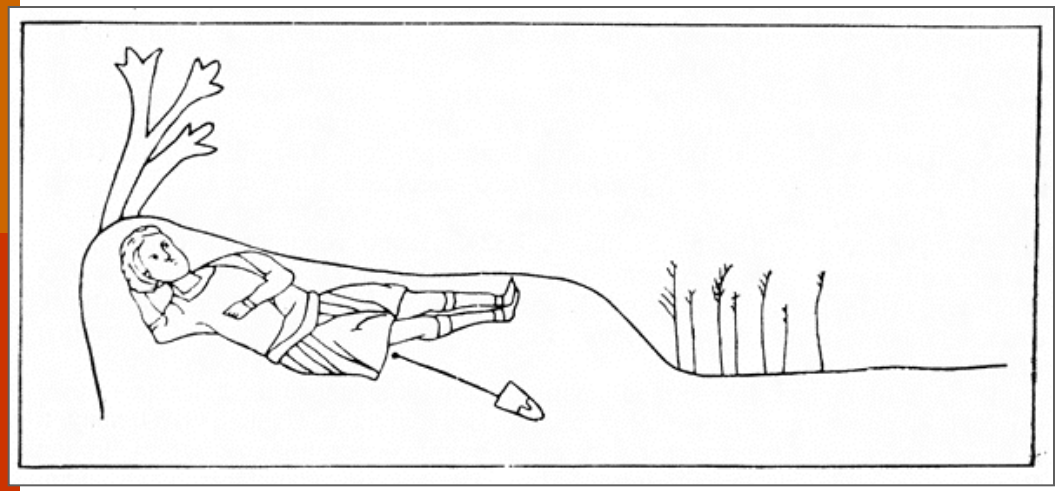
Применение комплексных методов для реконструкции истории экосистем и ландшафтов: методы дендрохронологии, палинологии и др.

(Leopold, Volkel, 2007; Touflan et al., 2010; Muni, Tinner, 2011; Crombe et al., 2015; Hultberg, 2015; Samonil et al., 2015 и др.)

педоантракология + почвенная морфология = понимание факторов динамики экосистем на локальном уровне

При поддержке грантов РФФИ
№ 15-04-03170, 18-04-01329

Спасибо за внимание!



E-mail: maxim.bobrovsky@gmail.com