

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОДРОСТА ЛЕСНОГО ЦЕНОЗА

Павел Грабарник, Мария Безрукова

Институт физико-химических и биологических
проблем почвоведения РАН, г. Пущино

Алексей Алейников, Алексей Ефименко

Центр по проблемам экологии и
продуктивности лесов РАН, Москва

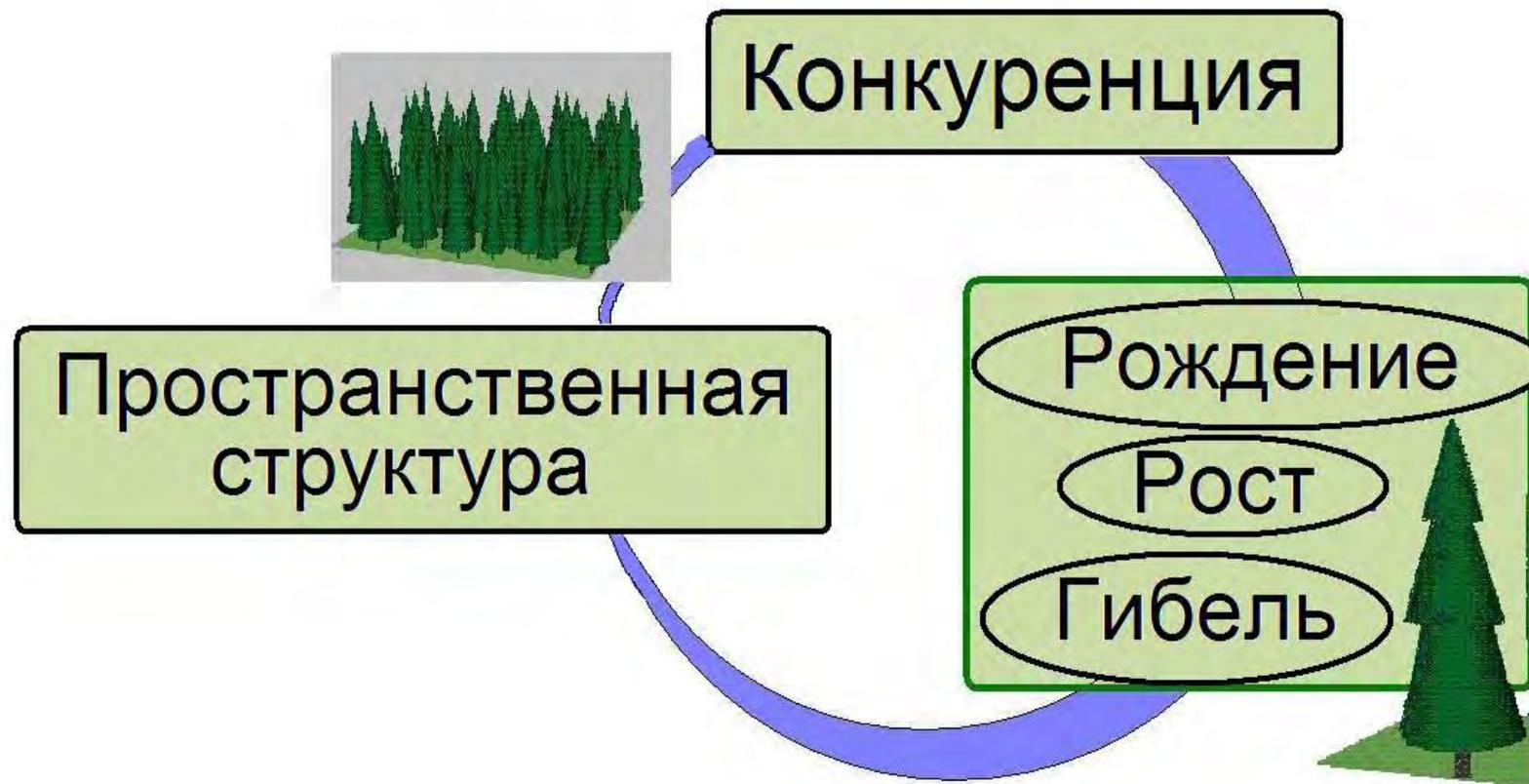


- **Связь экологических процессов и пространственной структуры экосистем**
- Анализ пространственной структуры подроста разновозрастных елово-пихтарников Северного Предуралья
- Проверка глобальной гипотезы с контролем ошибки первого рода

- Связь экологических процессов и пространственной структуры экосистем
- Анализ пространственной структуры подроста разновозрастных елово-пихтарников Северного Предуралья
- Проверка глобальной гипотезы с контролем ошибки первого рода

- Связь экологических процессов и пространственной структуры экосистем
- Анализ пространственной структуры подроста разновозрастных елово-пихтарников Северного Предуралья
- Проверка глобальной гипотезы с контролем ошибки первого рода

Связь пространственной структуры и экологических процессов



**Модели динамики древостоя
состоят из следующих блоков:**

- 1) Модели возобновления*
- 2) Модели роста и конкуренции*
- 3) Модели отмирания*

**Модели динамики древостоя
состоят из следующих блоков:**

- 1) Модели возобновления***
- 2) Модели роста и конкуренции***
- 3) Модели отмирания***

Одной из общепринятых моделей, описывающих механизмы, регулирующие отношения растений в сообществе является гэд-теория, построенная на предположении о следующих этапах динамики древостоя:

1) образовании «окна» в пологе леса за счет усыхания или вывола отмершего дерева,

2) появления в «окне» многочисленного подроста,

3) развитие подроста, заканчивающееся тем, что одно или несколько молодых деревьев вырастают в полог, закрывая «окно»,

4) отмирание оставшегося подроста

(Yamamoto, 1992, McCarthy, 2001).

Для смешанного широколиственно-темнохвойно-кедрового леса было показано (Ухваткина, Омелько, 2011), что расположение подроста определяется не только размещением существовавших в прошлое время «окон» в древостое но и размещением деревьев верхнего полога.

1) вначале скопления подроста формируются в подкроновом пространстве

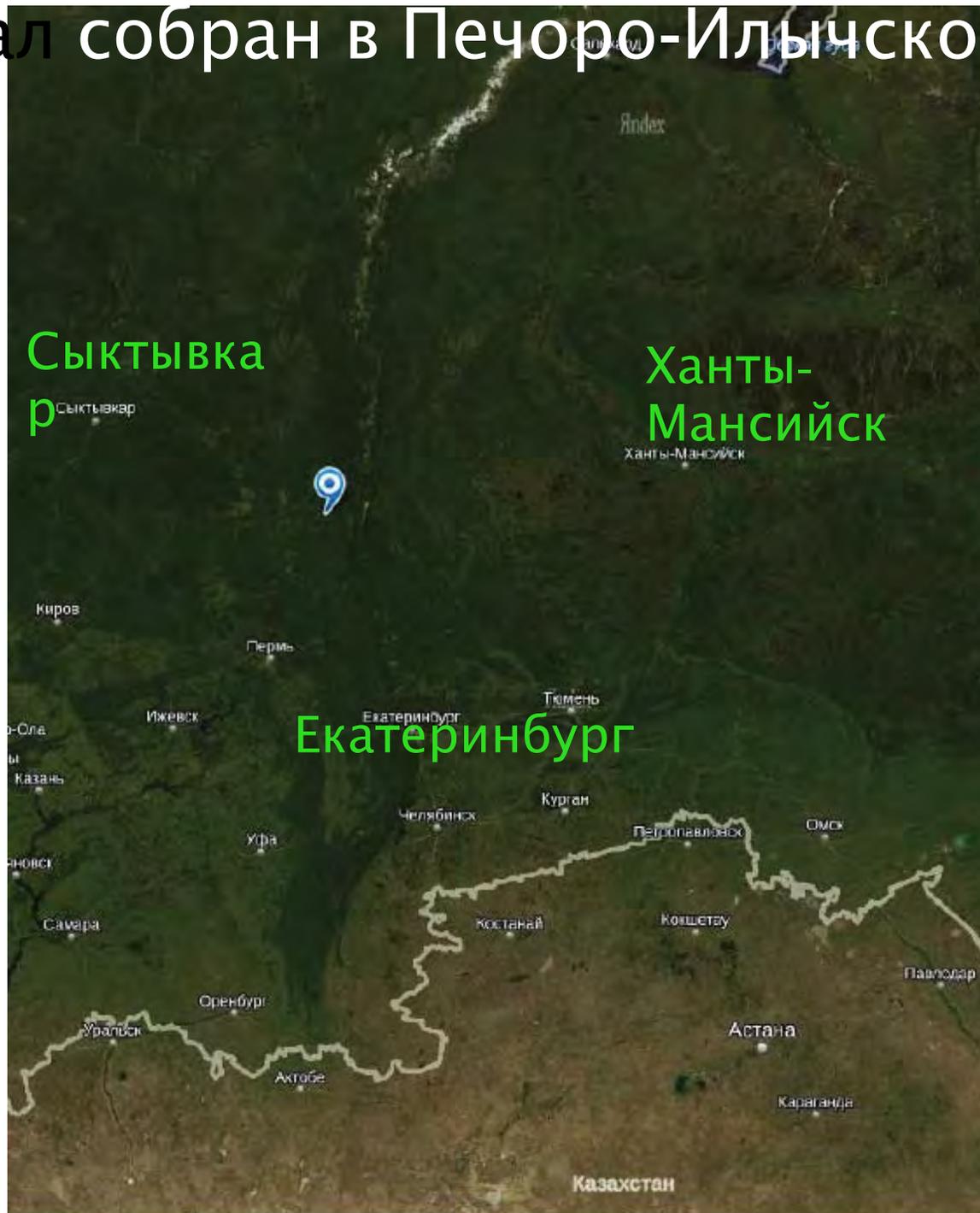
2) затем последовательно подрост выходит во второй и первый пологи при частичном распаде верхнего полога, при этом периоды быстрого роста чередуются с длительным угнетением.

Эта концепция подтверждается анализом карт расположения деревьев на лесной территории методами статистического анализа, основанного на применении *мер второго*

В данной работе анализируется пространственная организация древостоя елово-пихтарника крупнопапоротникового Северного Предуралья.

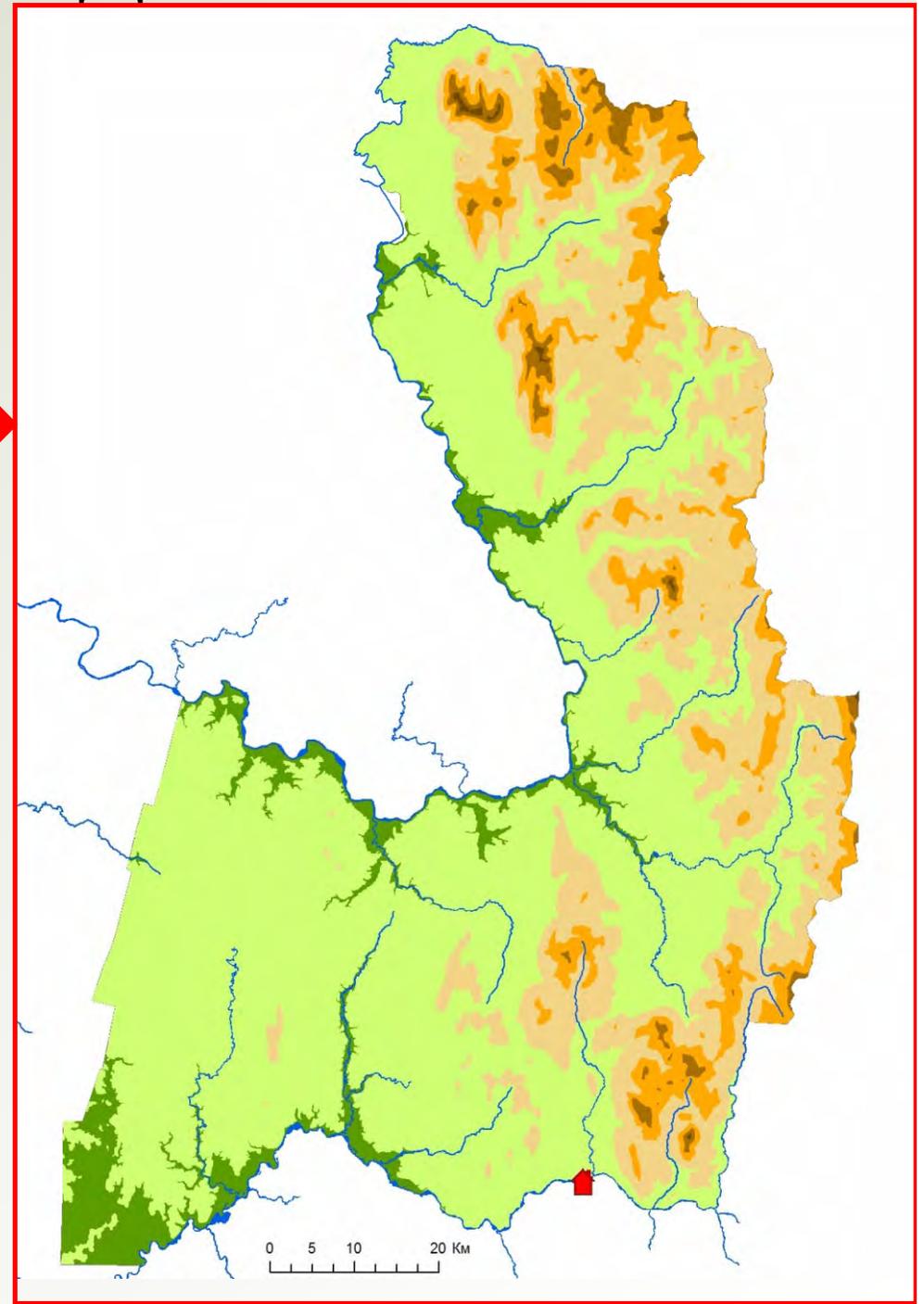
Биологический интерес представляет задача анализа *пространственной структуры подроста*, которая позволяет высказать гипотезы о процессе возобновления лесов данного типа.

Материал собран в Печоро-Ильчском заповеднике

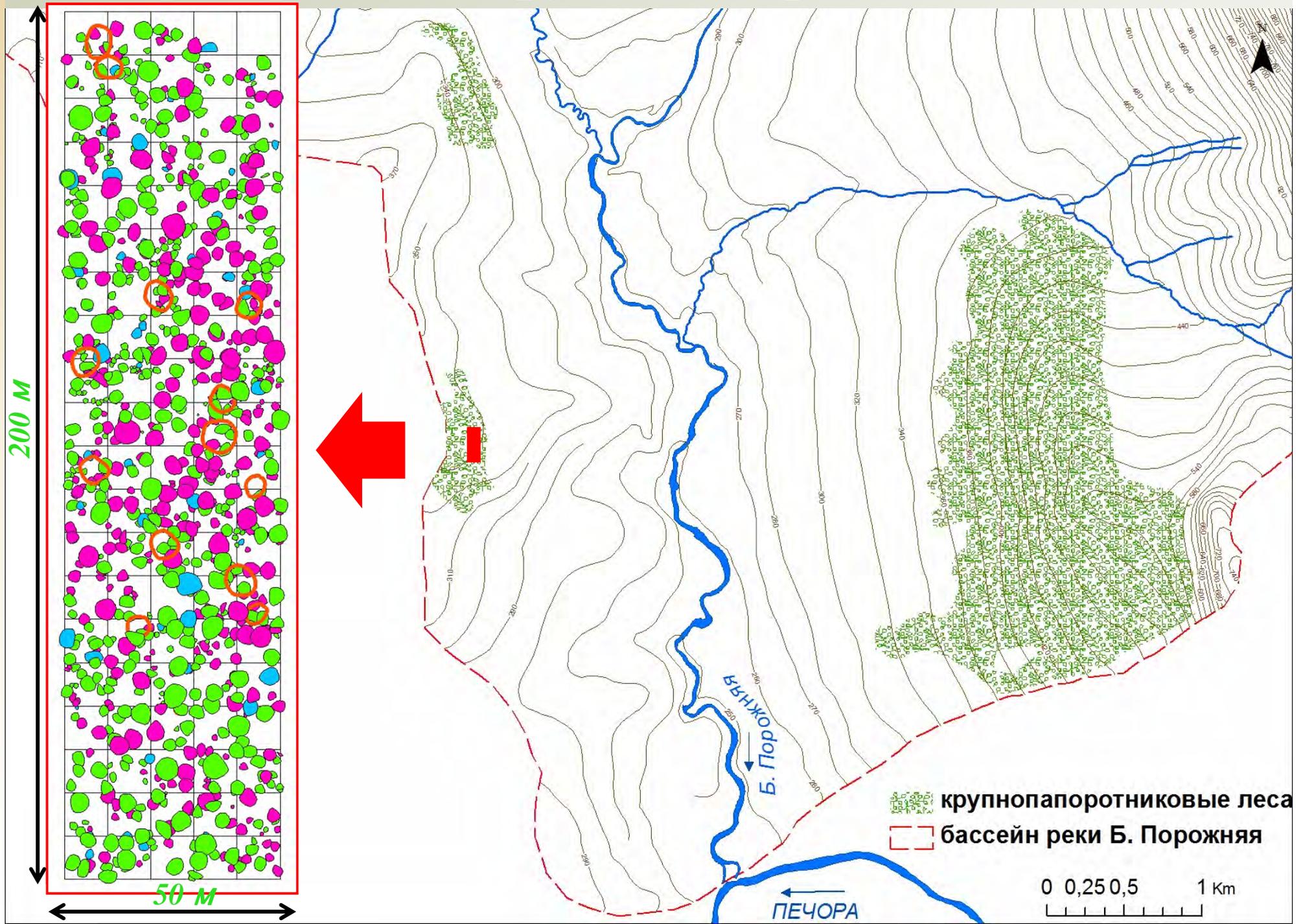


Красновишерский район
Пермский край, Россия

Район исследования



Распространение крупнопапоротниковых лесов



Все необходимые характеристики были измерены в ходе полевых экспериментов (Алейников, Лазников, 2012)



Так же как для широколиственно-темнохвойно-кедрового леса, концепция гЭп-мозаики или "окон"

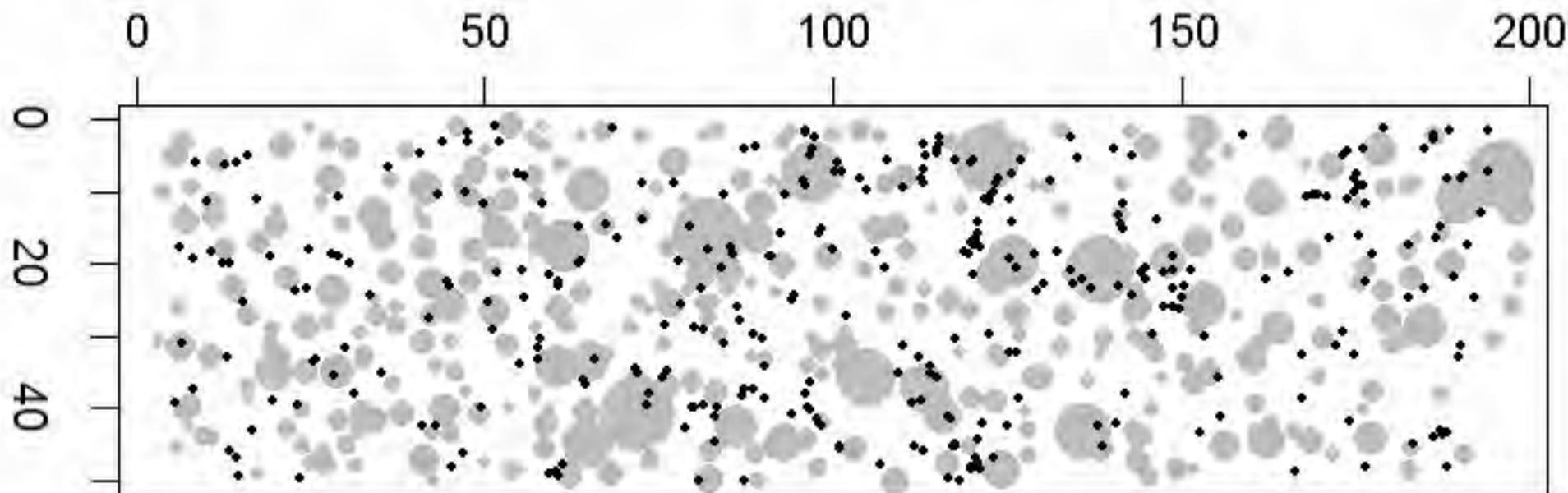
возобновления в данном случае не является удовлетворительной моделью, так как процесс возобновления на открытых участках, т.е. в "окнах",

образованных упавшими деревьями, тормозится из-за наличия сильного конкурента в травяно-кустарничковом ярусе. Естественным конкурентом подроста на открытых участках является крупный папоротник *Dryopteris dilatata*, покрытие которого составляет от 80% до 100%



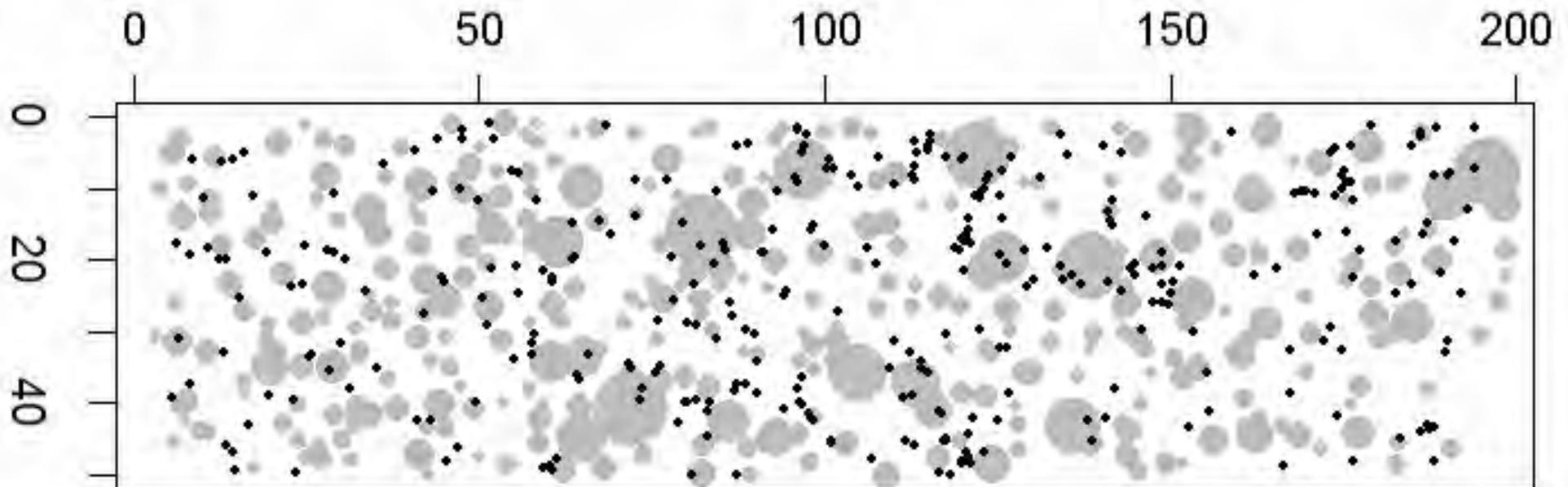
Проверяемая биологическая гипотеза

Расположение подроста приурочено к местам, соответствующим относительно низкому затенению кронами деревьев, при котором развитие подроста физиологически возможно.



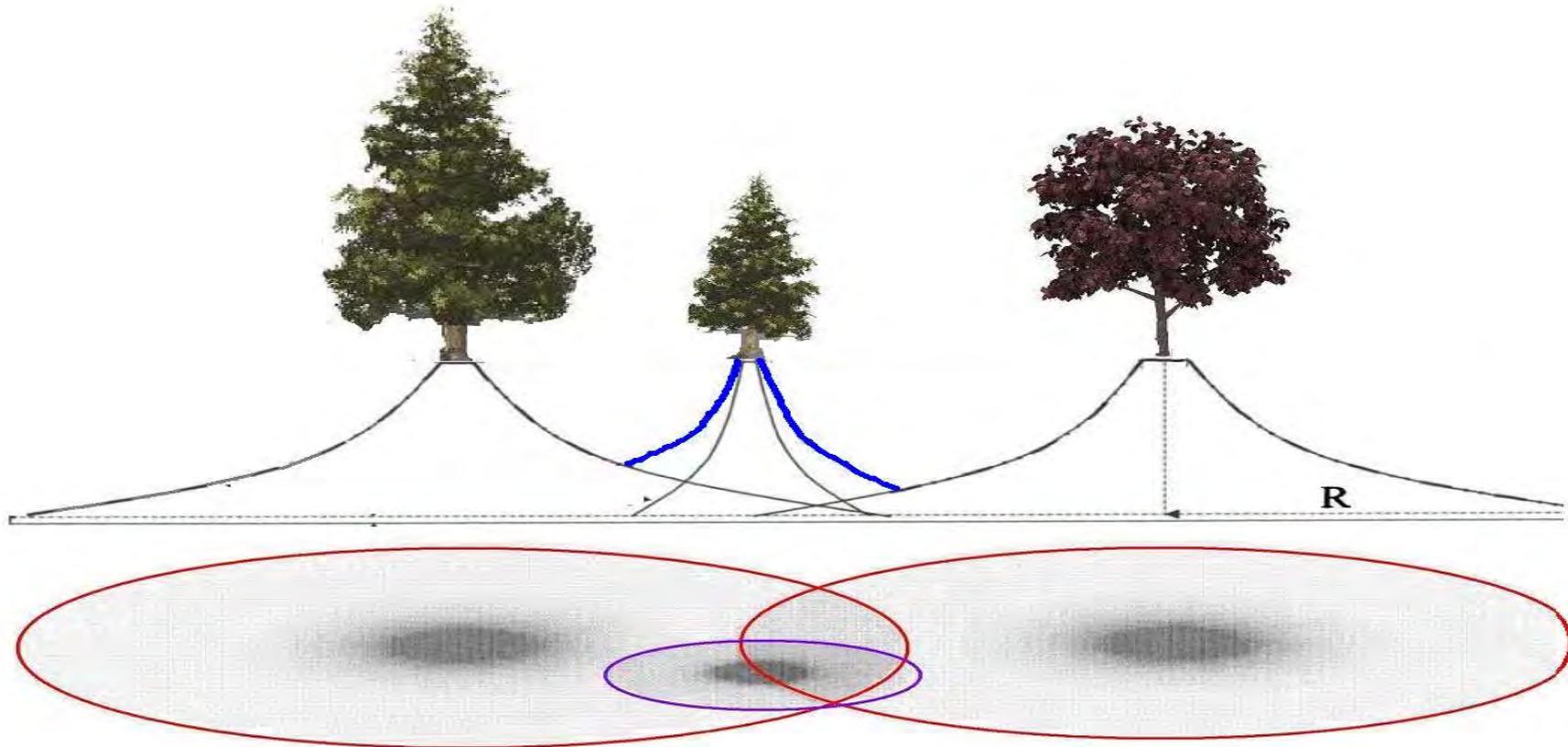
Проверяемая статистическая гипотеза

плотность подроста на периферии
крон должна быть выше, чем при
случайном расположении молодых
деревьев

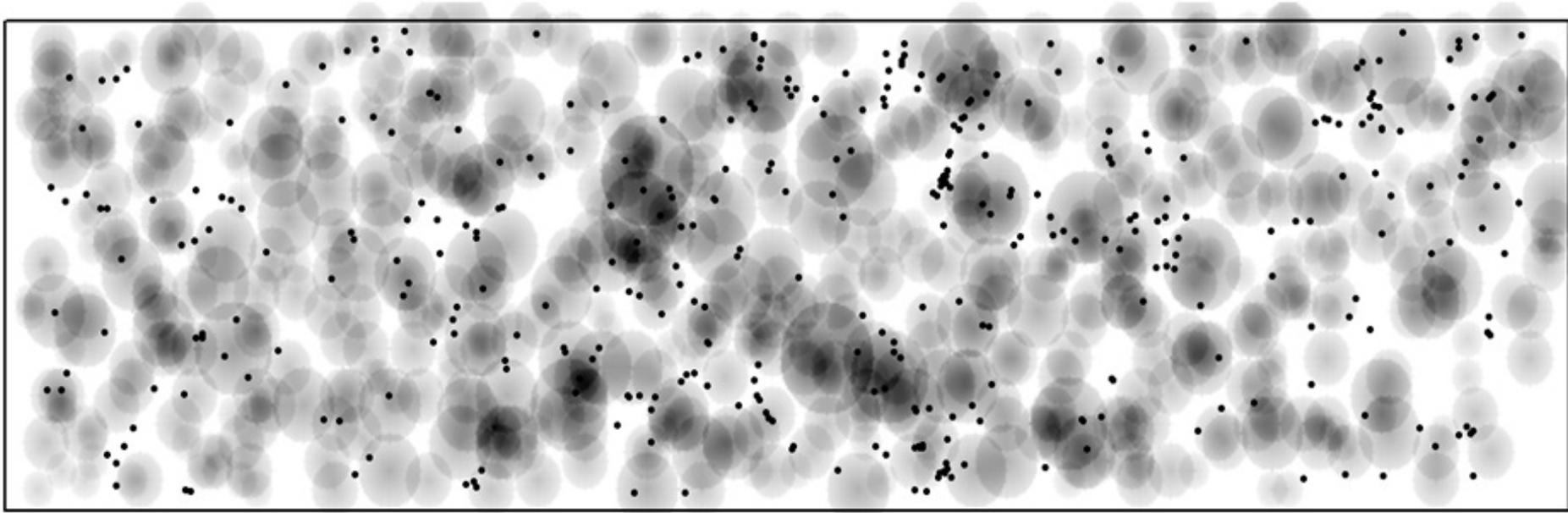


Модель затенения

Для проверки данной гипотезы была построена модель затенения дерева с учетом его размерных характеристик, высоты ствола и площади кроны.

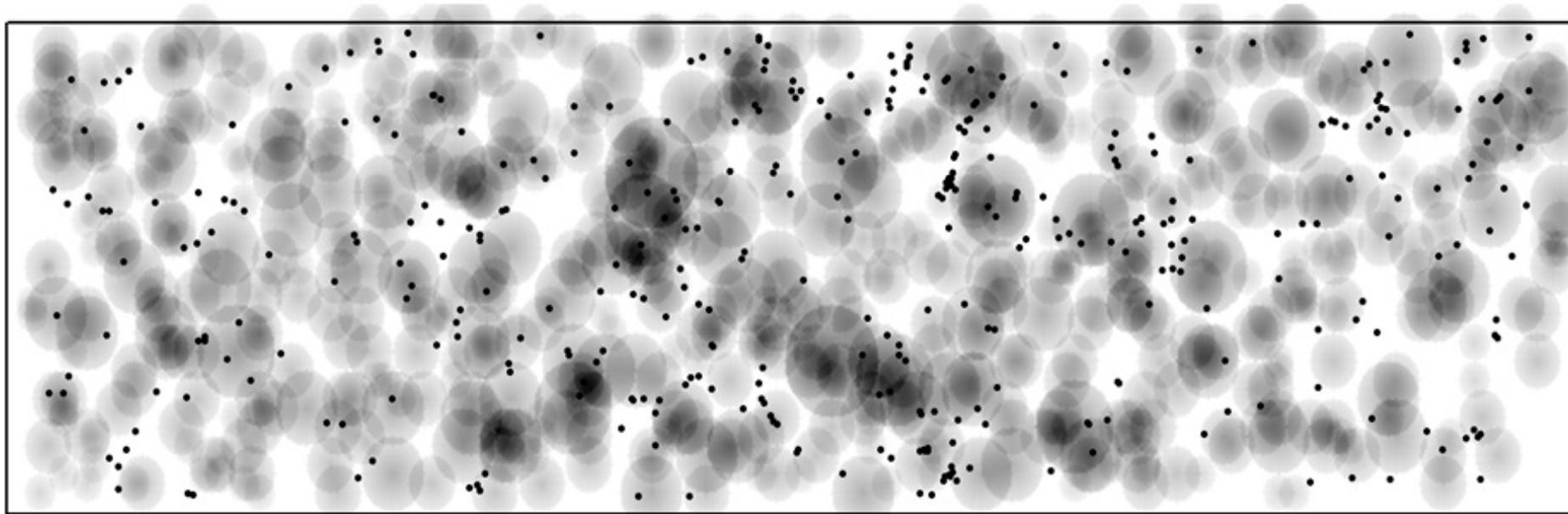


Модель затенения



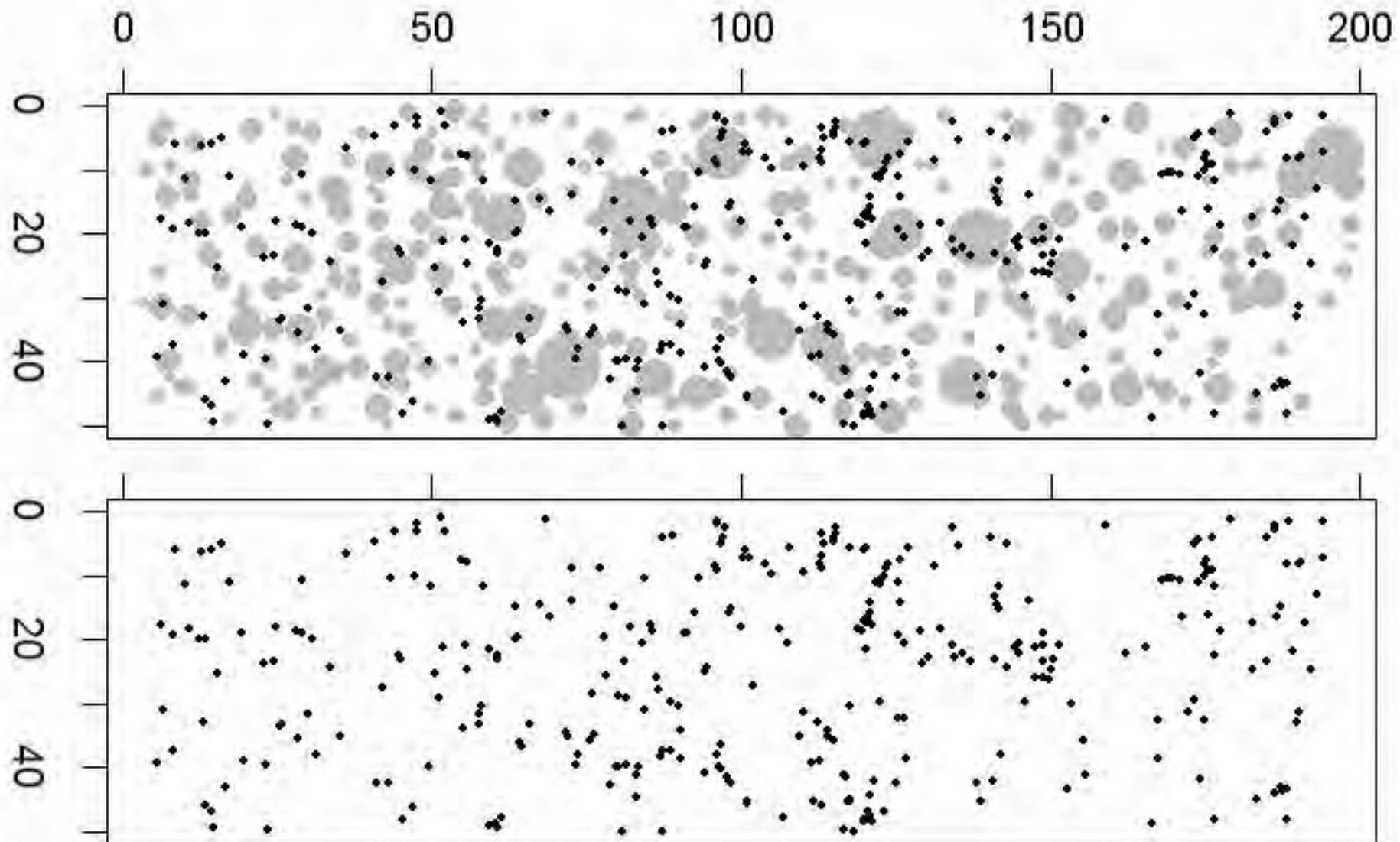
Был рассчитан критерий хи-квадрат, который суммировал квадраты отклонений частоты встречаемости подроста в каждом из классов затенения. В качестве теоретических частот были взяты соотношения площадей классов затенения, рассчитанные по карте освещенности.

модель затенения: результат



Величина статистики хи-квадрат соответствует р-значению 0.023. Следовательно, нулевая *гипотеза о независимости* расположения подростка относительно зон затенения должна быть отклонена.

Модель размещения



Модель размещения: СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕРЫ

- моментная мера второго порядка,
K-функция (Ripley, 1976)

$$K(r) = \frac{1}{\lambda} E_{\text{Palm}}(X(b(0, r) \setminus \{0\}) | 0 \in X)$$

$$K_{\text{Pois}}(r) = \pi r^2$$

*$b(0, r)$ - шар с радиусом r
и с центром в 0*

$$\hat{K}(r) = \frac{1}{\hat{\lambda}^2 |W|} \sum_i \sum_{j \neq i} 1\{\|x_i - x_j\| \leq r\}$$

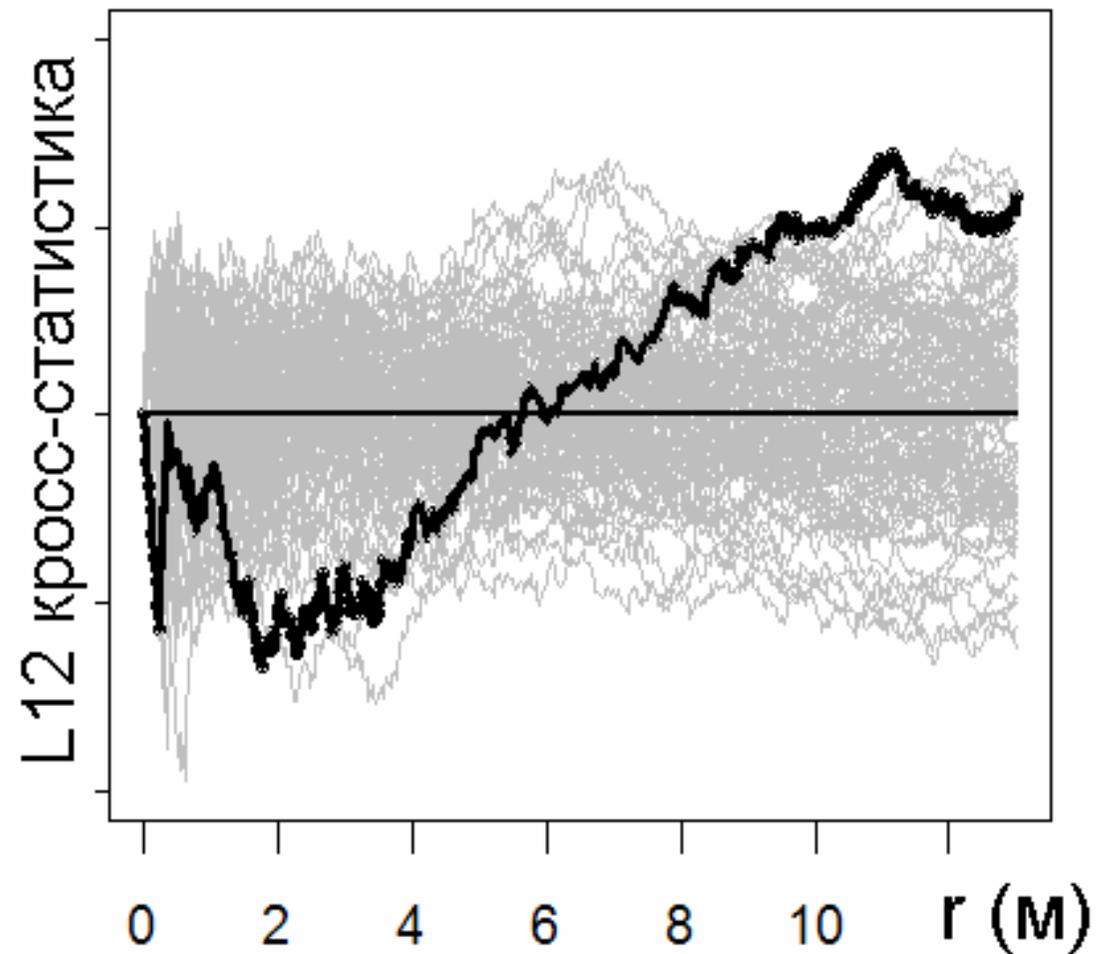
Модель размещения: статистические меры

- Двухчастичная мера второго порядка,
кросс K-функция

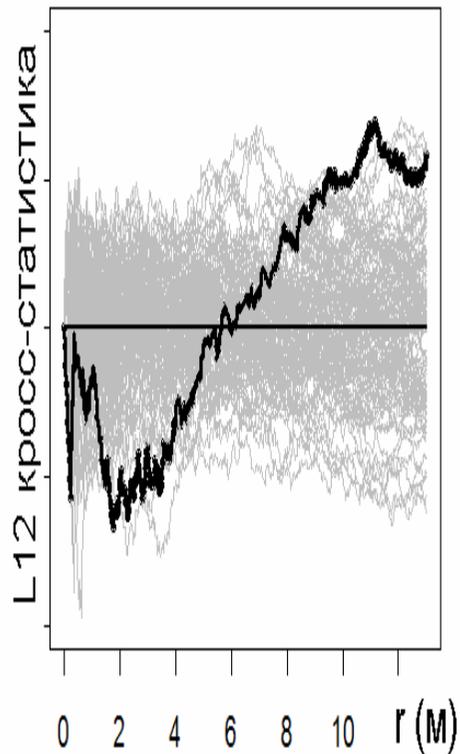
$$\widehat{K}_{ij}(r) = \frac{1}{\widehat{\lambda}_i \widehat{\lambda}_j} \sum_{X_n^{(i)}, X_l^{(j)} \in B: X_n^{(i)} \neq X_l^{(j)}} \frac{\mathbb{1}_{[0,r]}(|X_n^{(i)} - X_l^{(j)}|)}{|B_{X_n^{(i)}} \cap B_{X_l^{(j)}}|},$$

$$\widehat{L}_f(r) = \sqrt{\frac{\widehat{K}_f(r)}{\pi}}$$

Модель размещения: результаты

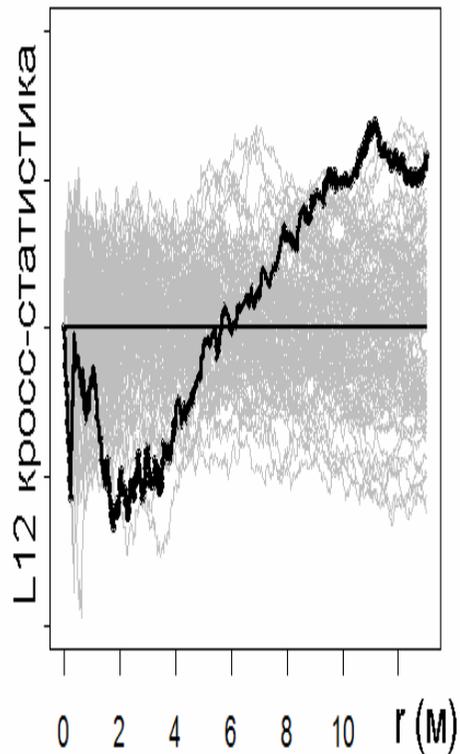


Модель размещения: ВЫВОДЫ



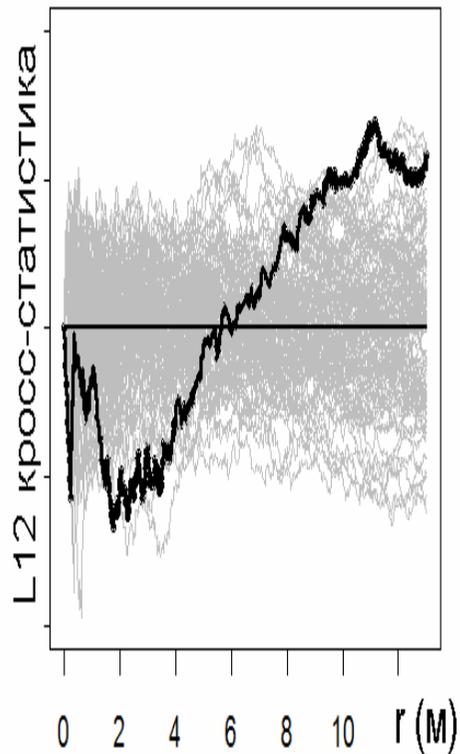
- Возможности возобновления у растений расположенных на расстояниях до 3-4 метров в данном типе леса ограничены, так как подрост не получает достаточного ресурса для роста
- Доля подроста расположенного на периферии крон деревьев верхнего полога относительно высокая
- Форма L -функции на расстоянии 10 м указывают на наличии эффектов первого порядка, которые выражаются в повышенной доле

Модель размещения: ВЫВОДЫ



- Возможности возобновления у растений расположенных на расстояниях до 3-4 метров в данном типе леса ограничены, так как подрост не получает достаточного ресурса для роста
- Доля подроста расположенного на периферии крон деревьев верхнего полога относительно высокая
- Форма L -функции на расстоянии 10 м указывают на наличии эффектов первого порядка, которые выражаются в повышенной доле

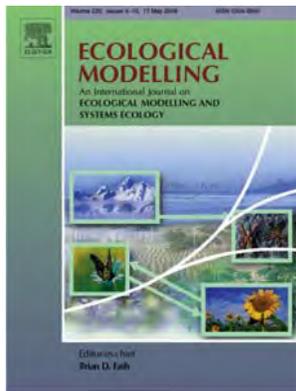
Модель размещения: ВЫВОДЫ



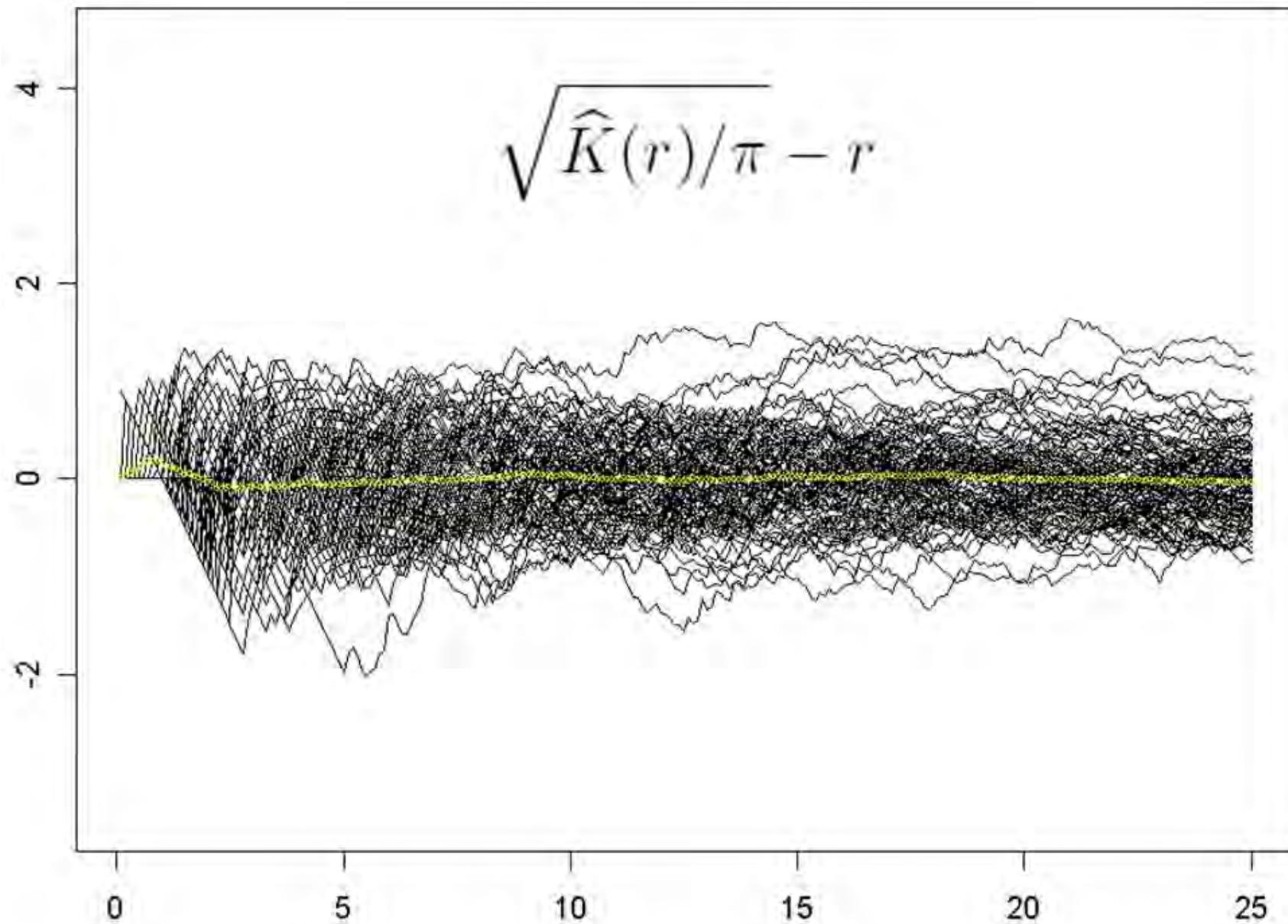
- Возможности возобновления у растений расположенных на расстояниях до 3-4 метров в данном типе леса ограничены, так как подрост не получает достаточного ресурса для роста
- Доля подроста расположенного на периферии крон деревьев верхнего полога относительно высокая
- Форма L -функции на расстоянии 10 м указывают на наличии эффектов первого порядка, которые выражаются в повышенной доле

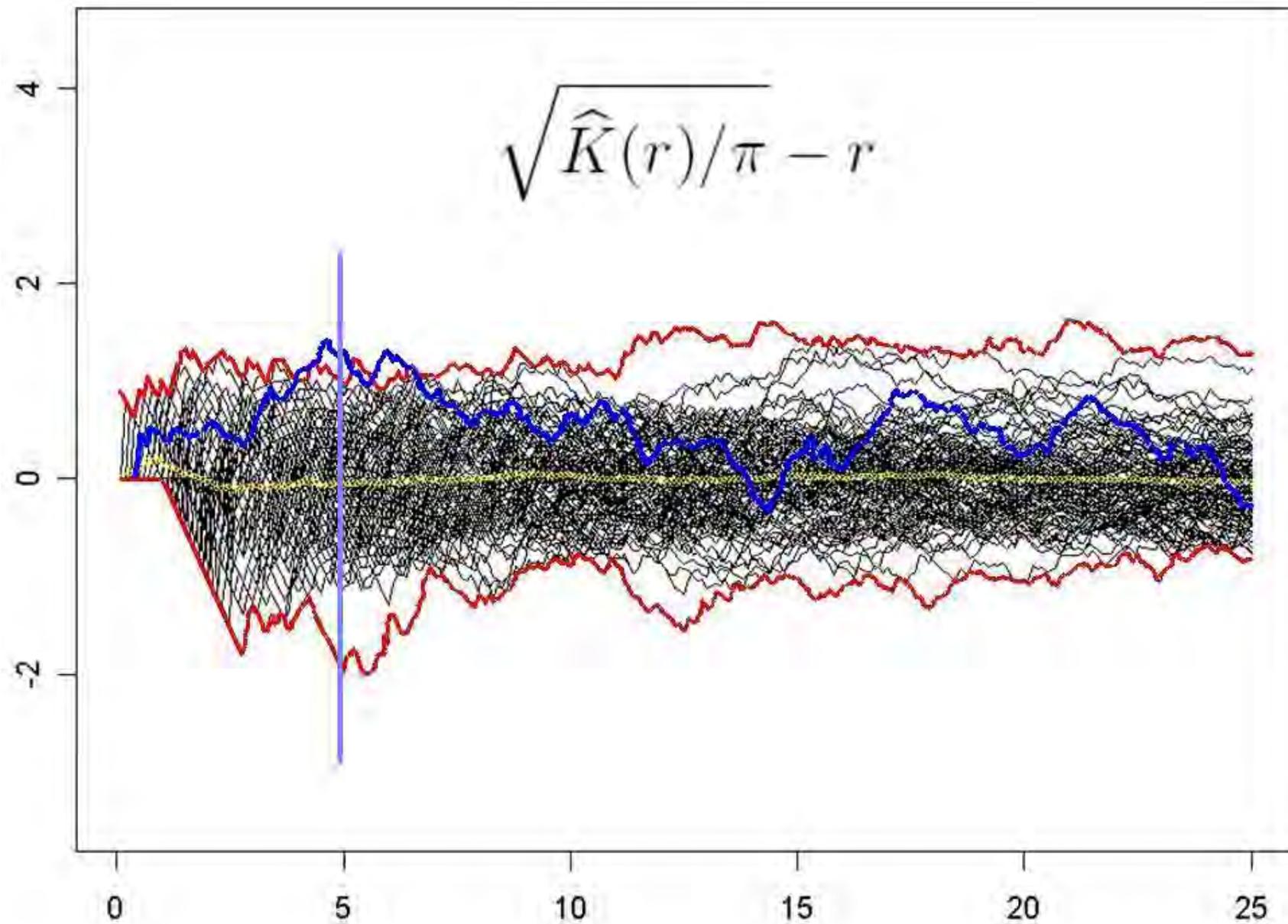
Проверка согласия модели гиббсовского точечного поля и данных

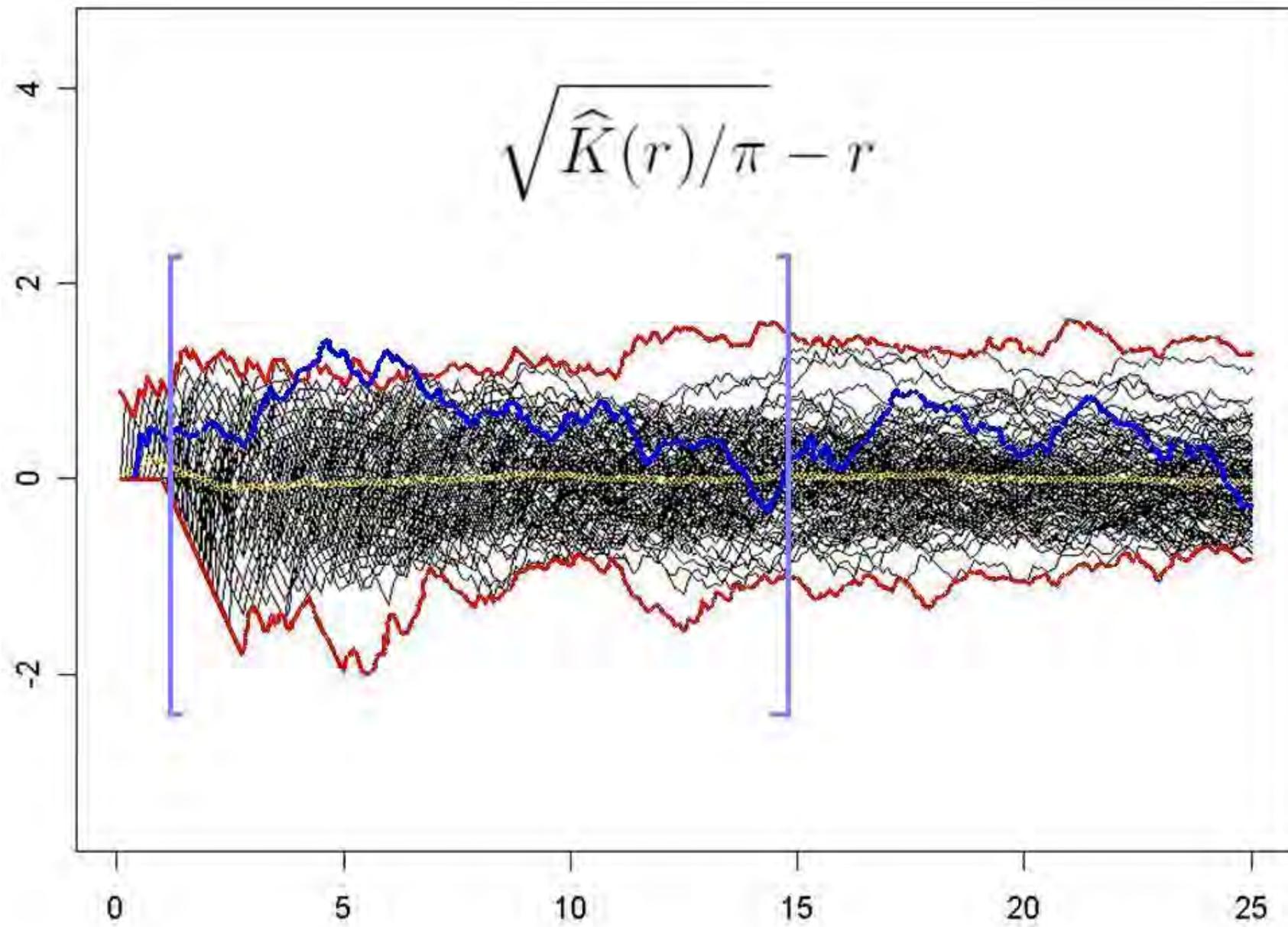
(Grabarnik, Myllymaki, Stoyan 2011)



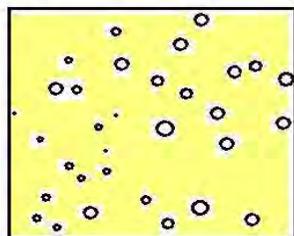
***Предложен статистический
критерий, позволяющий
проверять соответствие
моделей случайных точечных
полей и данных***



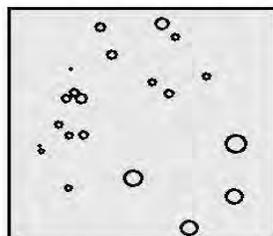
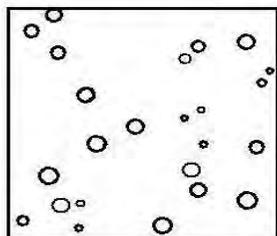




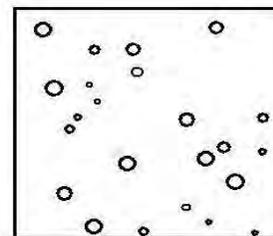
Данные



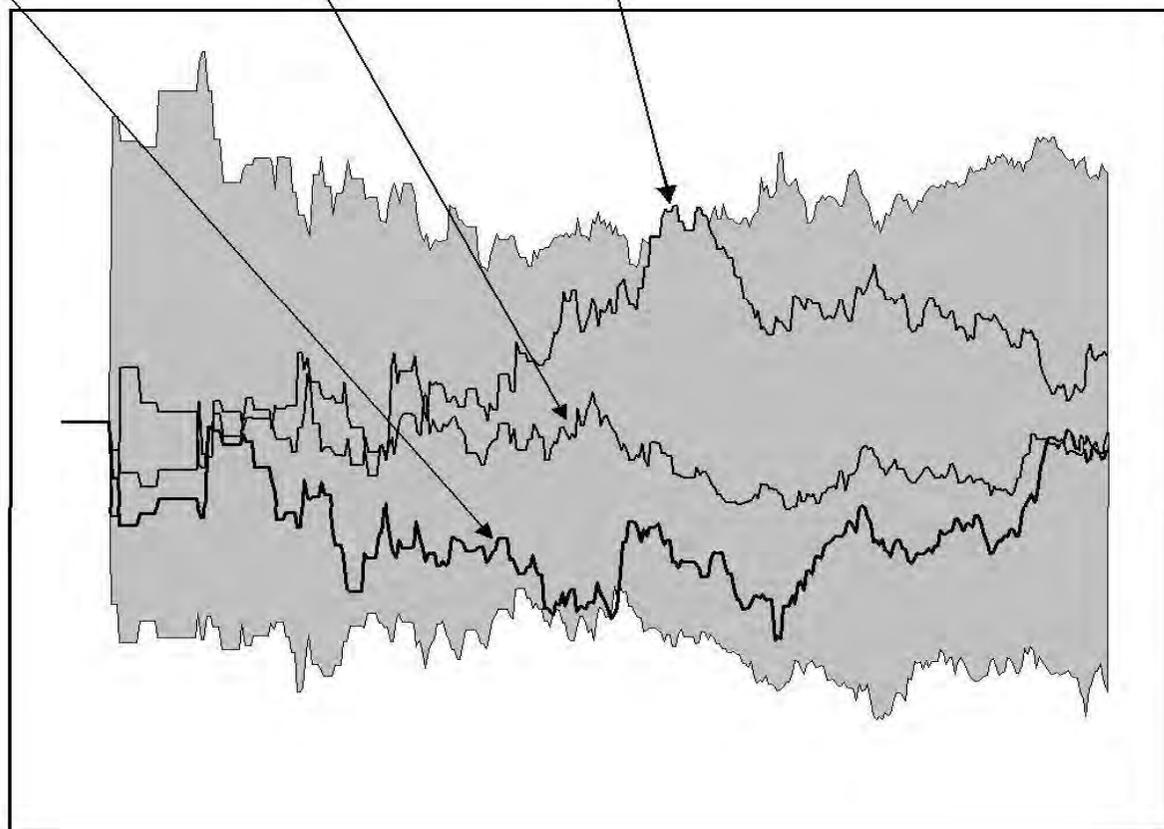
Модельные реализации



.....

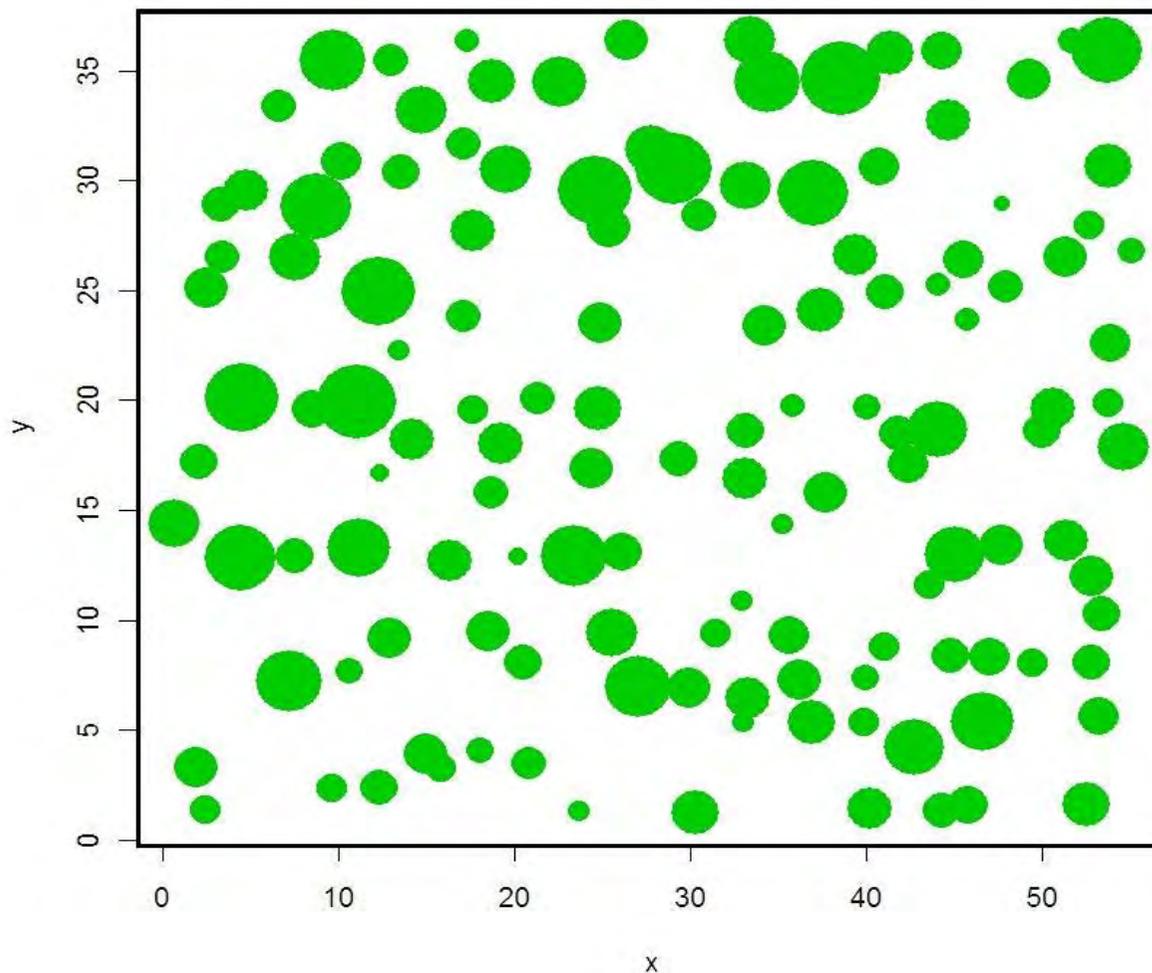


Тестовая статистика $\hat{F}(r)$

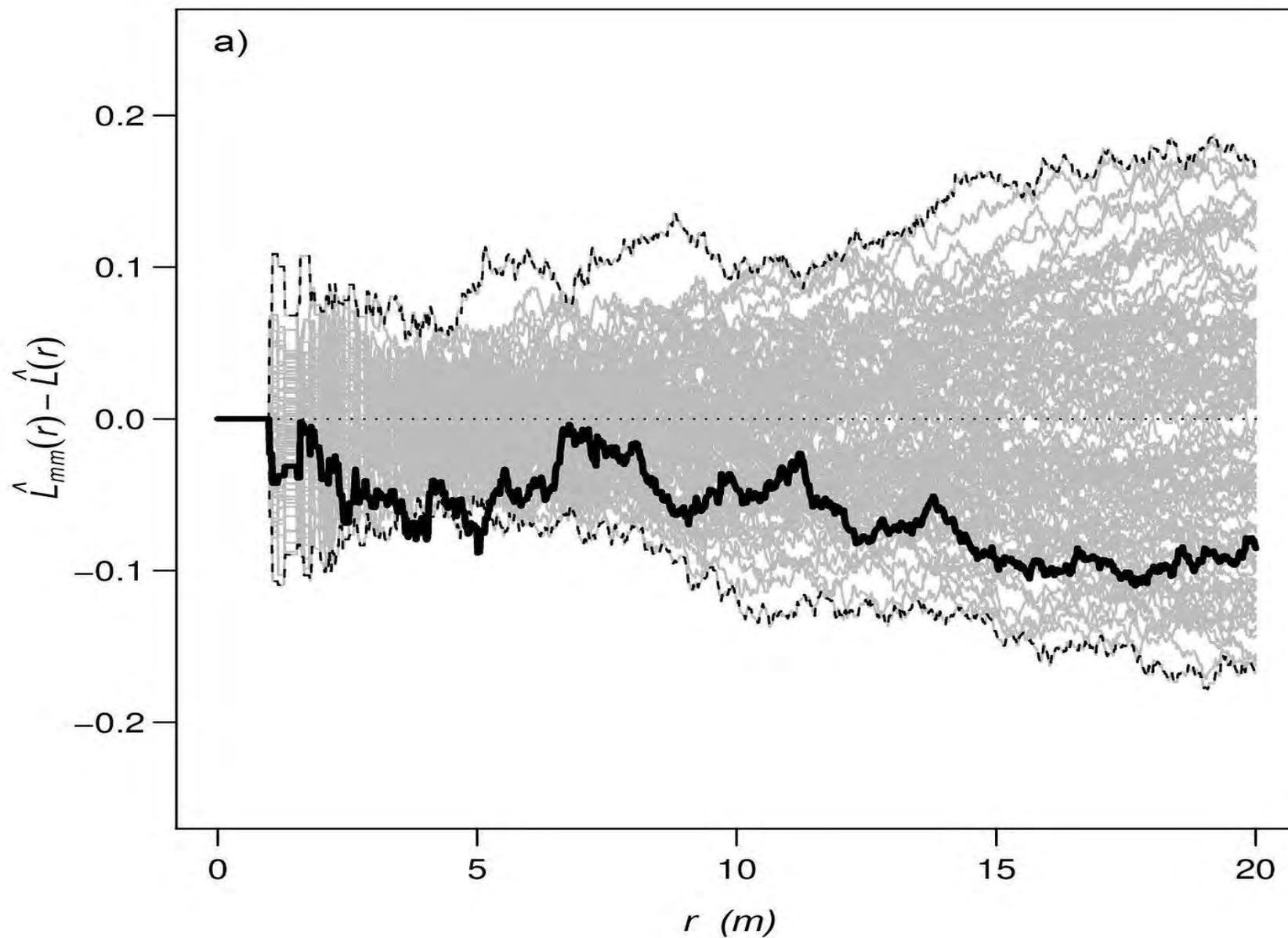


План расположения деревьев

Данные: Tharandter Wald (Саксония, Германия)



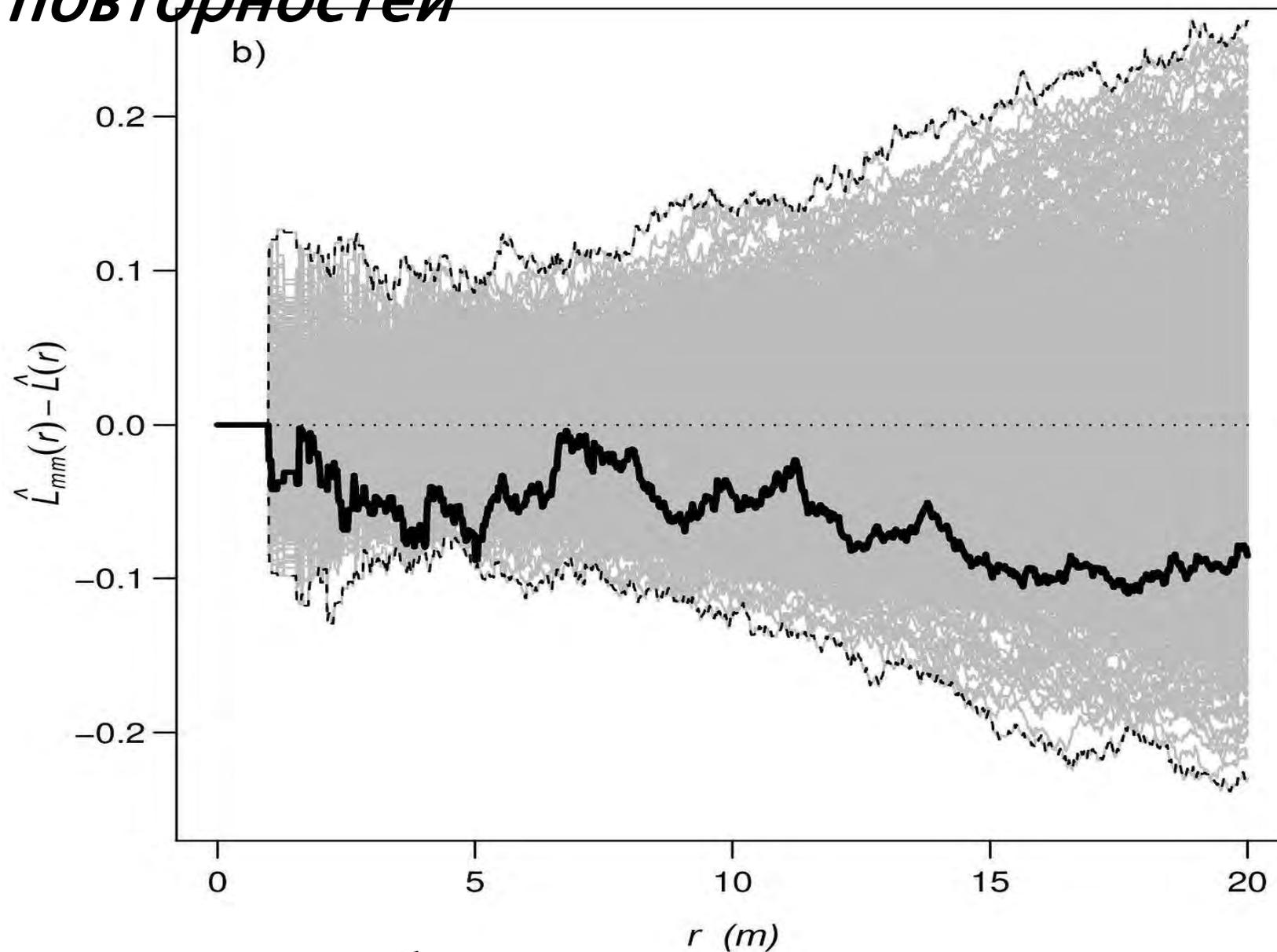
99 модельных повторностей



Оценка ошибки первого рода

0.48

999 модельных повторностей



Оценка ошибки первого рода

0.08

Теоретическое обоснование метода, сравнение мощностей, иллюстративные примеры



Cornell University
Library

[Cornell University Library](#)

[We gratefully acknowledge support from
the Simons Foundation
and member institutions](#)

[arXiv.org](#) > [stat](#) > arXiv:1307.0239

Statistics > Methodology

Title: Global envelope tests for spatial processes

Authors: [Mari Myllymäki](#), [Tomás Mrkvicka](#), [Henri Seijo](#), [Pavel Grabarnik](#)

Goodness-of-fit test for complete spatial randomness against mixtures of regular and clustered spatial point processes

By P. GRADARINIS

Laboratoire de Mathématiques Appliquées et Écologie, Institut de Biologie
Université de Bourgogne, Dijon, France

gradar@univ-bourgogne.fr

AND S. N. CHIU

Department of Statistics, University of Toronto, Toronto, Canada

Generalized Monte Carlo significance tests

By JULIAN H. FINN

Department of Statistics, University of Toronto, Toronto, Canada

COMMUN. STATIST.—THEORY METH., 2000, 29(12), 1481–1491

A SPATIAL SCAN

Markus

Biometry Branch, DCFC, USDA, ARS, 14700 Research Station, P.O. Box 3509, PNW 99163-3509, WA 99163-3509, USA

and

Department of Statistics, Uppsala University, Box 480, S-751 23 Uppsala, Sweden

Keywords: point patterns; inhomogeneous Poisson processes; cluster; clustering; confidence; sudden increase

ABSTRACT

The scan statistic is commonly used to test if a one-dimensional point process is purely random, or if any clusters can be detected. Here we extend this test to a spatial scan statistic for a two-dimensional point process. A scan statistic for a multi-dimensional point process is proposed. In the scanning window, the intensity may vary, and (ii) the baseline process may be inhomogeneous, i.e. a Poisson process with intensity proportional to a known function. The main interest is in detecting clusters. The methods are illustrated with an epidemiological example. These methods are applicable to other point processes.

1. INTRODUCTION

A scan statistic is used to detect clusters in a point process. It has been used in the one-dimensional setting by Naus (1985a) and by many others. In the two-dimensional setting, a window $[t, t + w]$ of fixed size $w < \infty$ is moved along the interval. Over all possible values of t , the maximum

1481

Copyright © 2001 by Marcel Dekker, Inc.

Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns

JANINE ILLIAN, ANTTI PENTTINEN
HELGA STOYAN AND DIETRICH STOYAN

WILEY

STATISTICS IN PRACTICE

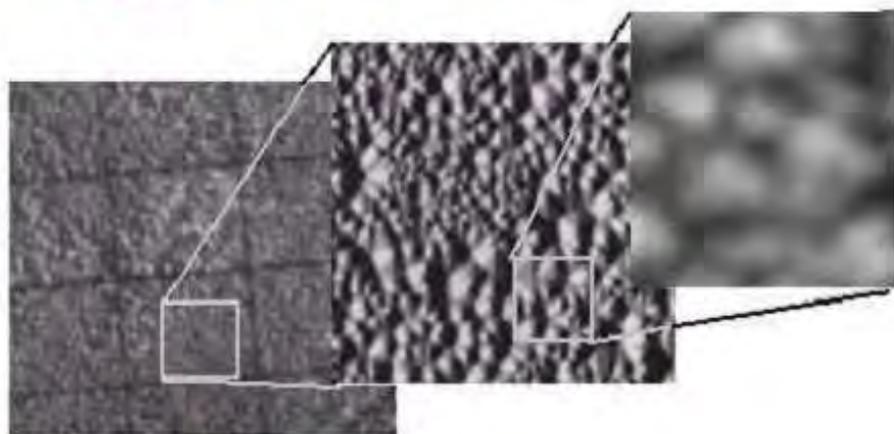
Spatial Statistics for Earth Data

WILEY

Спасибо за внимание

ВРЕМЯ

RESOLUTION



Пространство