

Перколяционные модели на рынках труда. Влияние информационных полей

Филькин Андрей Валерьевич,

Кревчик Павел Владимирович,

Вовкотруб Андрей Сергеевич

– Пензенский государственный университет

Научные консультанты:

Сергей Юрьевич Роцин – Высшая школа экономики

Михаил Борисович Семенов – Пензенский государственный
университет

e-mail: physics@pnzgu.ru

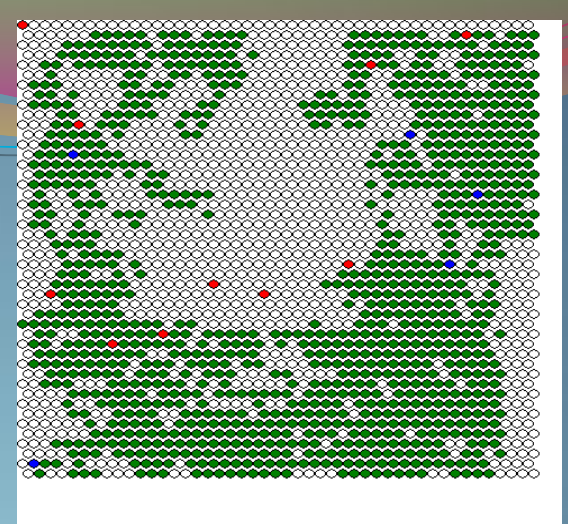
Аннотация

- В рамках предложенных тестовых перколяционных моделей исследуется проблема управляемости параметров, минимизирующих время поиска на территориальных рынках труда. Анализируется влияние информационных полей на величину порога перколяции, связанного с временем достижения потенциальных рабочих мест 10 процентами от числа безработных. Исследуется разнoverоятная, самосогласованная с информационным полем, хаотическая временная динамика для моделируемой системы поиска рабочих мест, которая сравнивается с детерминированным информационно обусловленным режимом поиска. Исследуется зависимость фрактальной размерности поисковых кластеров от интенсивности информационного поля, которая сопоставляется с аналогичной зависимостью времени поиска (в режиме порога перколяции).

Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

- Рассматривается модель «поискового» поля из гексогонально расположенных ячеек. Некоторые ячейки свободны, на некоторых располагаются вакансии. По ячейкам перемещаются соискатели. Перемещение соискателей случайно с равной вероятностью по $1/6$ в каждую из соседних ячеек. При заданном распределении вакансий порог перколяции определяется занятием 10-ю процентами соискателей искомых «рабочих мест». Каждая из вакансий может создать вокруг себя постоянное или зависящее от расстояния информационное поле, воздействующее на «восприимчивых» соискателей. При этом величина интенсивности результирующего информационного поля определяется локально в каждой из соседних, окружающих соискателя ячеек, что в результате приводит к разнoverоятному, информационно - обусловленному случайному режиму поиска вакансий.

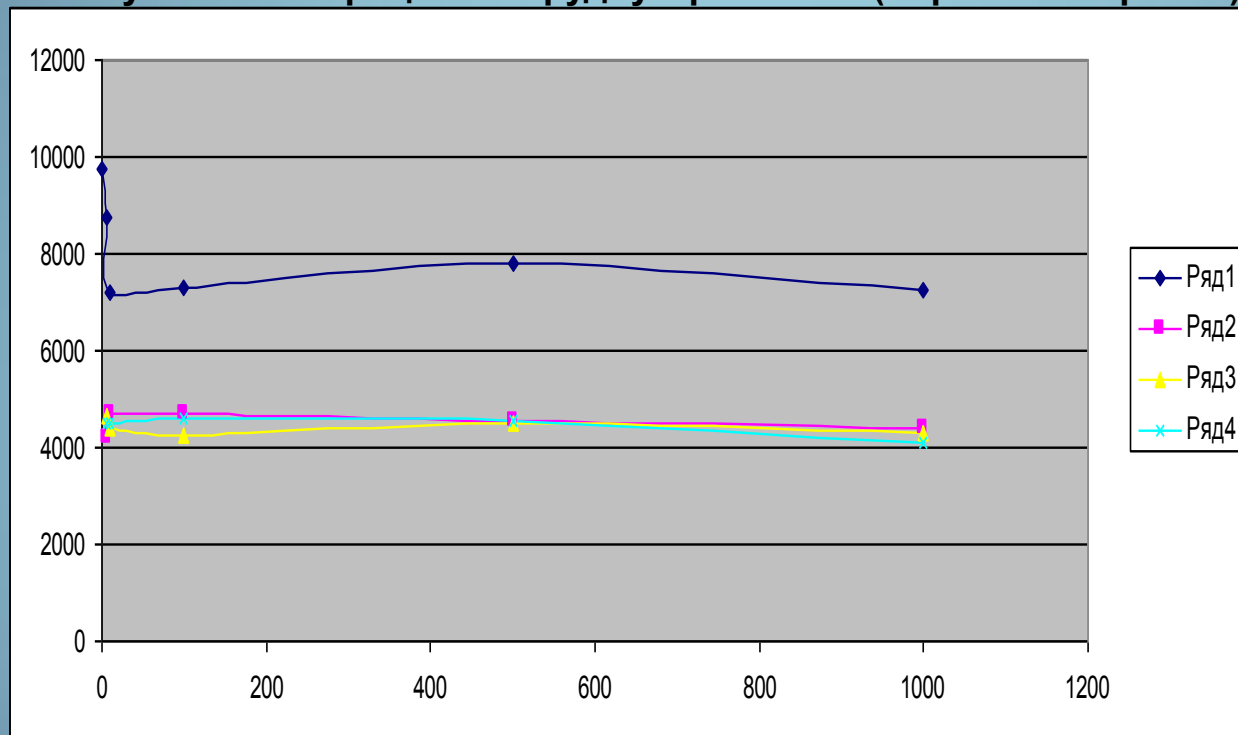
Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда



- В рассматриваемой модели фиксируются ячейки (выделены зеленым цветом на рис.), которые посещались соискателями в процессе информационно – обусловленного случайного блуждания на поисковом поле. Эти окрашенные ячейки формируют поисковые фракталы – подобные кластеры как для отдельных соискателей, так и для их групп, в т.ч. определяющих перколяционный порог (в 10 процентов от полного числа соискателей). Определялась фрактальная размерность этих кластеров и исследовалась зависимость этой размерности от величины интенсивности информационного поля. Проводилось сравнение такой зависимости с аналогичной для времени поиска как функции интенсивности информационного поля в режиме порога перколяции (по достижении 10 процентами соискателей существующих вакансий).

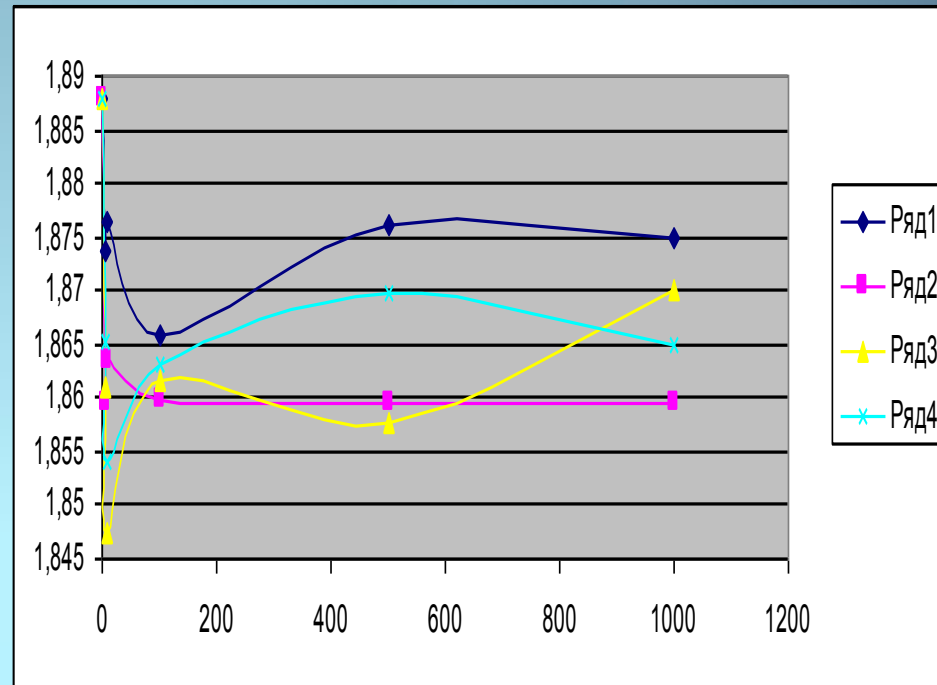
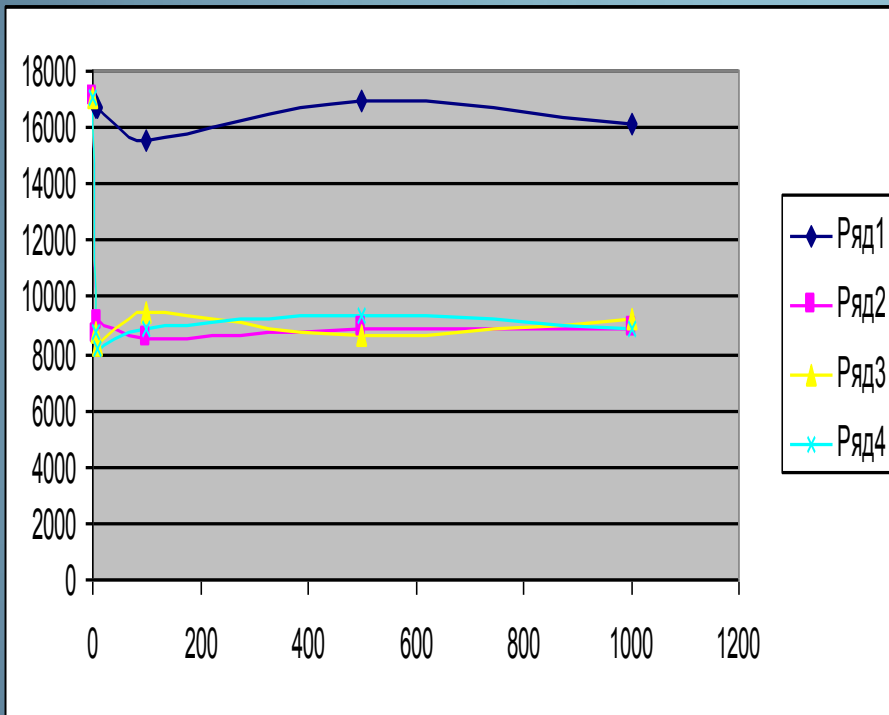
Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

Зависимость времени поиска от интенсивности информационного поля для:
1) равномерного распределения по периметру вакансий, обладающих равной интенсивностью информационного поля (синяя кривая); 2) информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять только одного соискателя и «отключить» источник поля сразу после занятия вакансии (розовая кривая); 3) информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять до 10 соискателей, при этом интенсивность поля не убывает в процессе «трудоустройства» (желтая кривая); 4) информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять до 10 соискателей, при этом интенсивность поля убывает в процессе «трудоустройства» (бирюзовая кривая)



Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

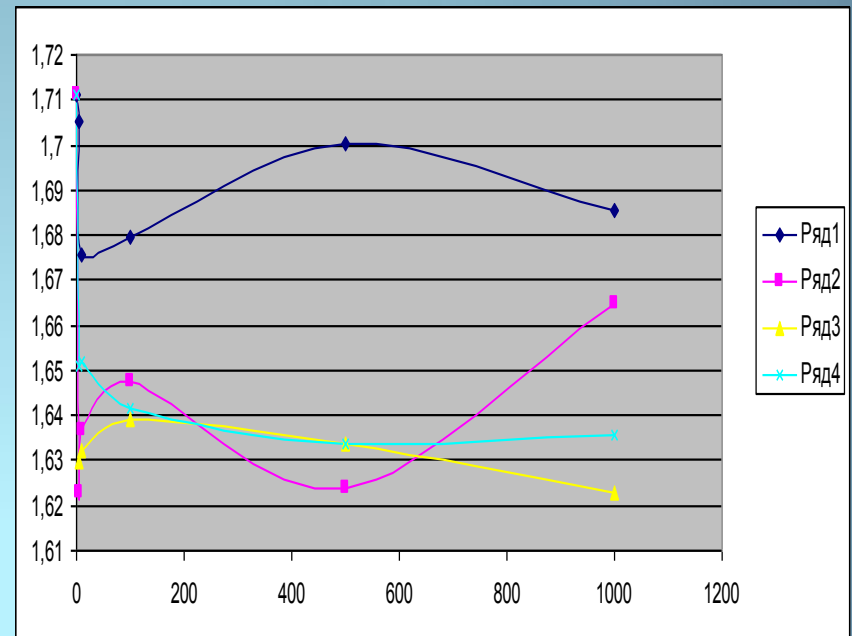
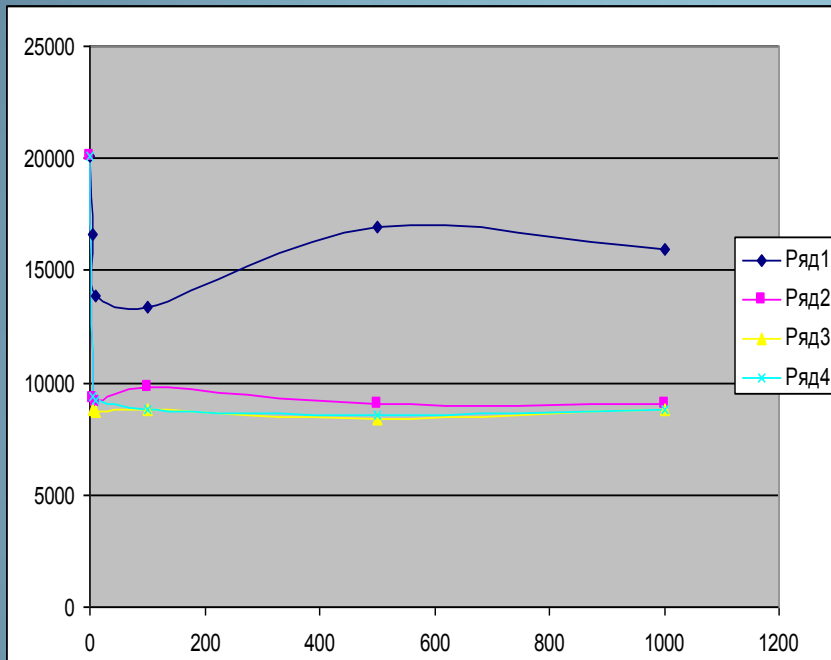
Сравнение временной зависимости и зависимости фрактальной размерности поисковых кластеров от интенсивности информационного поля в рассматриваемых моделях (при определении фрактальной размерности поискового кластера для всех соискателей в режиме порога перколяции)



Важным выводом является качественная корреляция приведенных зависимостей

Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

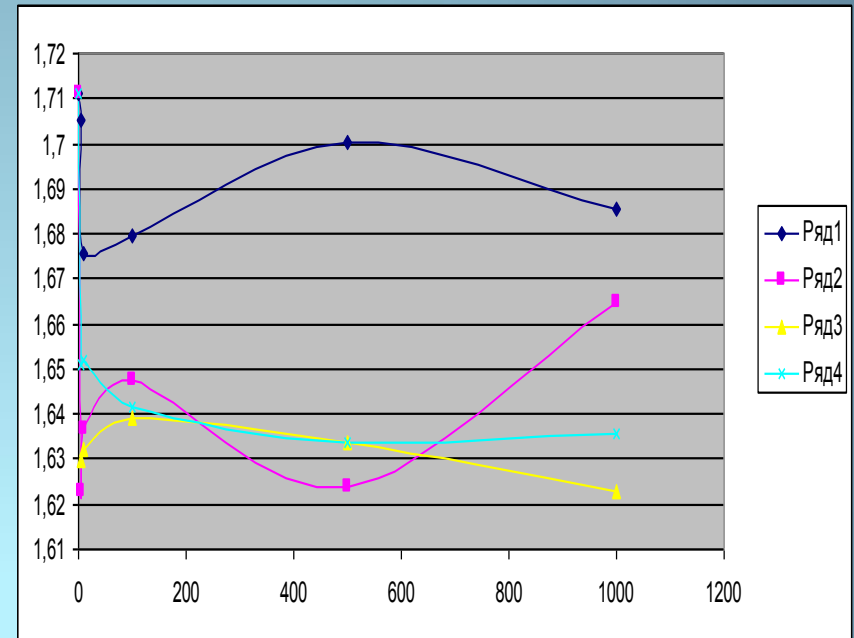
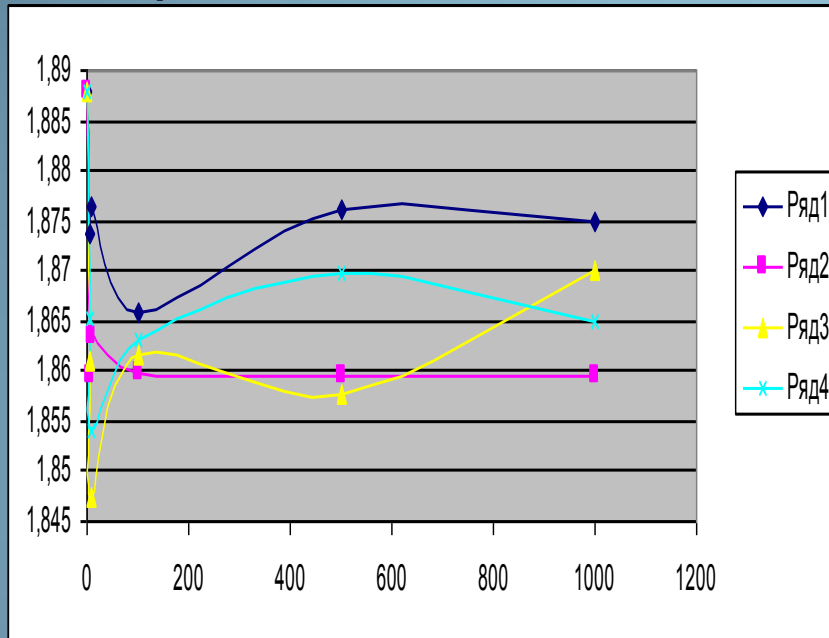
Сравнение временной зависимости и зависимости фрактальной размерности поисковых кластеров от интенсивности информационного поля в рассматриваемых моделях (при определении фрактальной размерности поискового кластера именно для тех 10 процентов соискателей, нашедших вакансии)



При качественной корреляции приведенных зависимостей в этом случае наблюдаются и определенные отличия хода кривых

Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

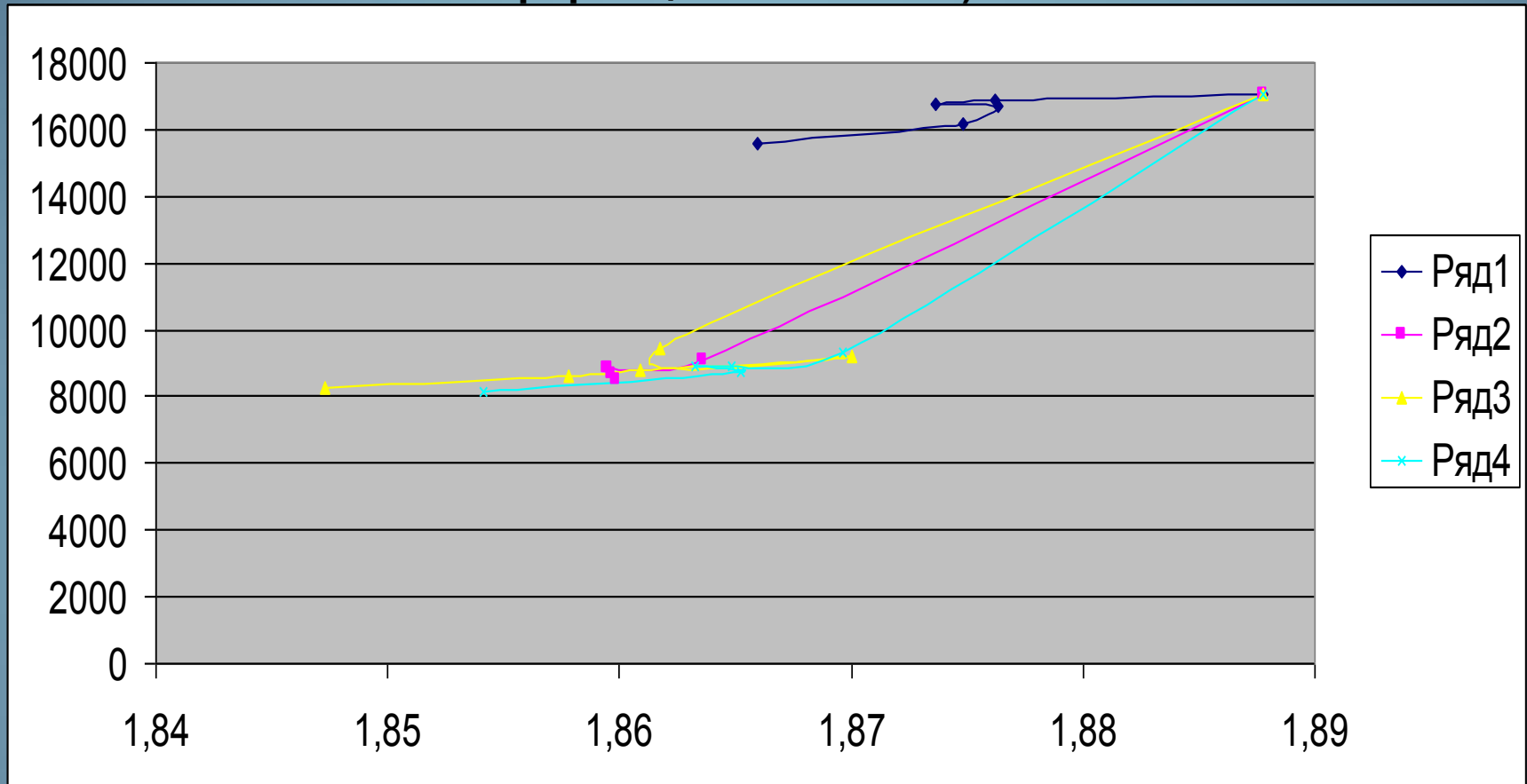
Сравнение зависимостей фрактальной размерности поисковых кластеров от интенсивности информационного поля в рассматриваемых моделях: 1) при определении фрактальной размерности поискового кластера для всех соискателей в режиме порога перколяции, 2) при определении фрактальной размерности поискового кластера именно для тех 10 процентов соискателей, нашедших вакансии



Существенно, что фрактальная размерность поисковых кластеров всех соискателей (включая тех, что не достигли вакансий в режиме порога перколяции) оказывается выше фрактальной размерности поисковых кластеров только для тех соискателей, что достигли искомых вакансий. Таким образом меньшая фрактальная размерность поисковых кластеров соискателей связана с более быстрым достижением вакансий.

Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

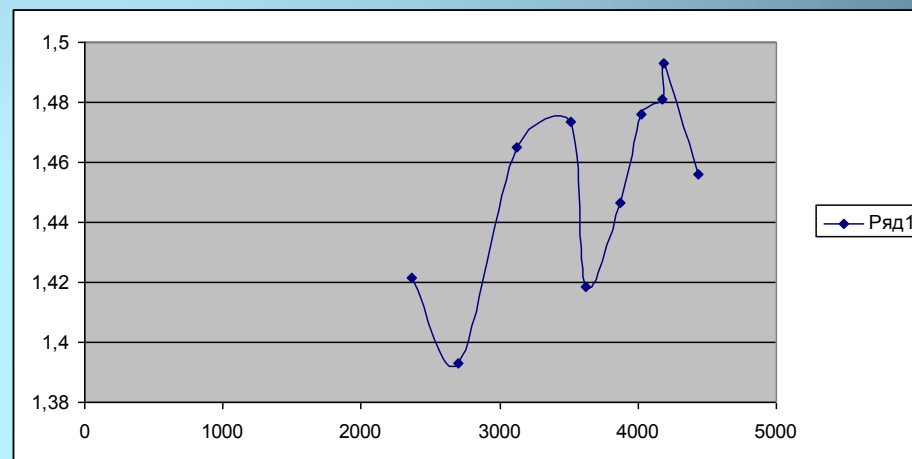
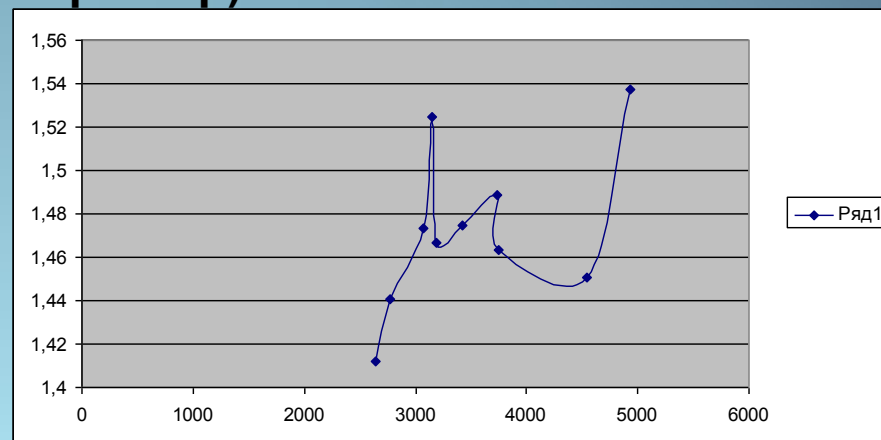
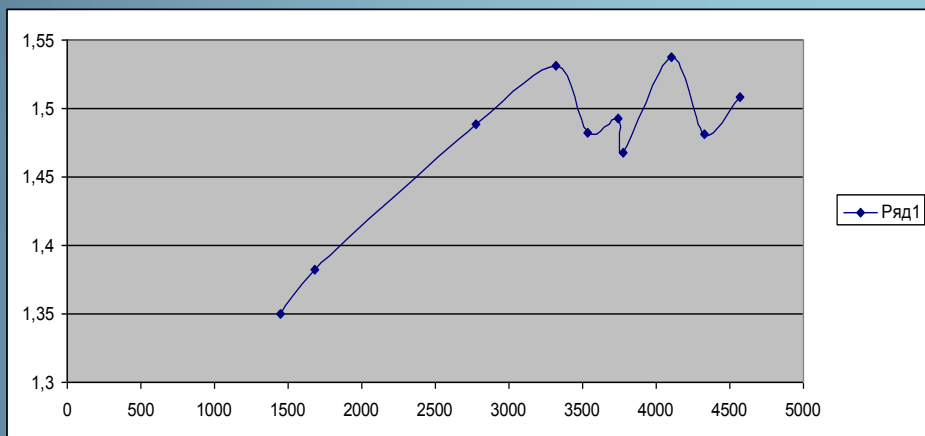
Зависимость времени поиска от фрактальной размерности поисковых кластеров (при изменении интенсивности информационного поля)



Таким образом, информационное поле видоизменяет зависимость времени поиска в режиме порога перколяции от фрактальной размерности поисковых кластеров) и уменьшает время поиска

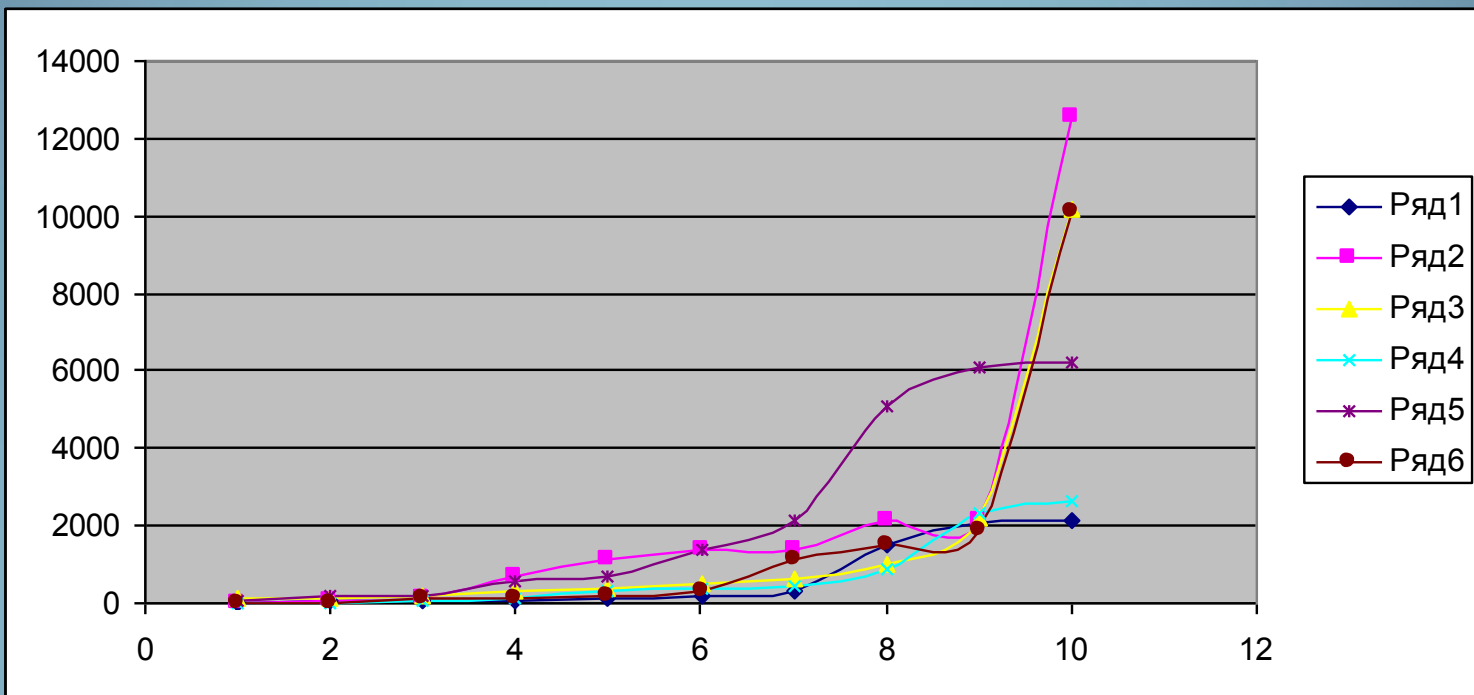
Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

Взаимосвязь времени поиска и фрактальной размерности для единичных поисковых кластеров соискателей, достигших вакансий при нескольких «поисковых» экспериментах, (которая носит случайный характер)

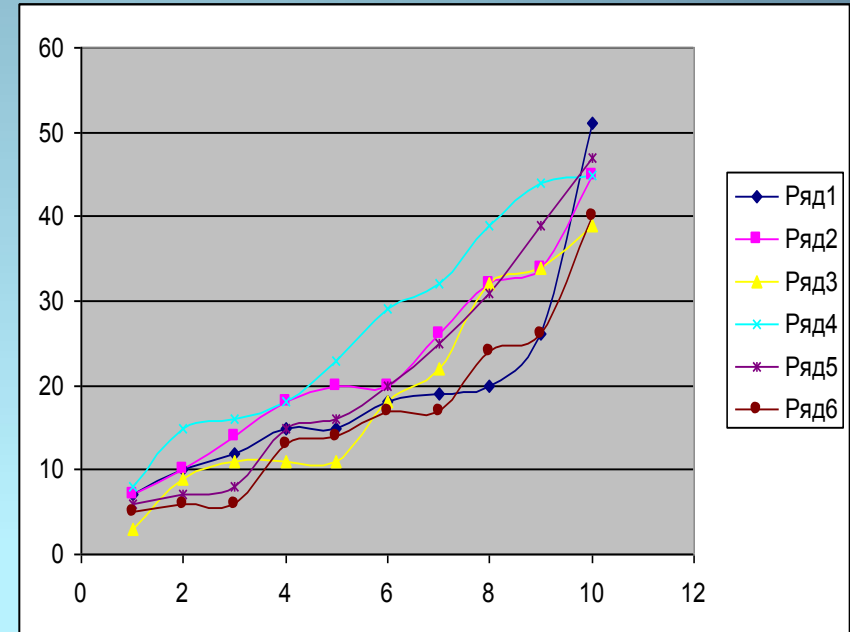
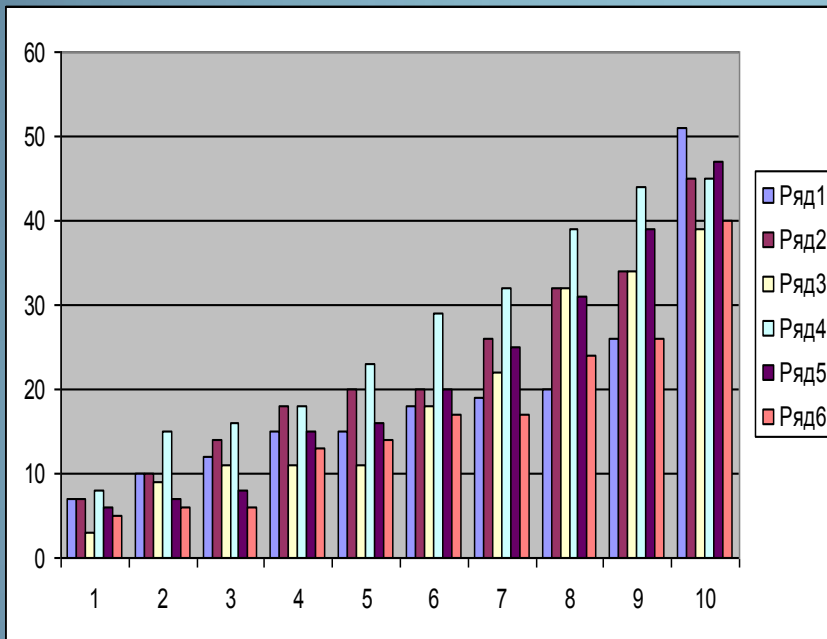


Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

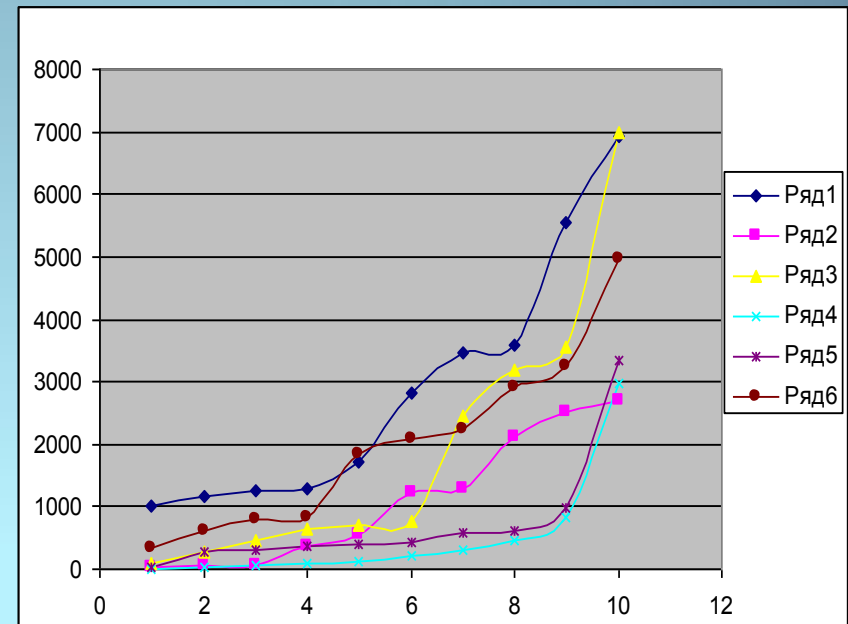
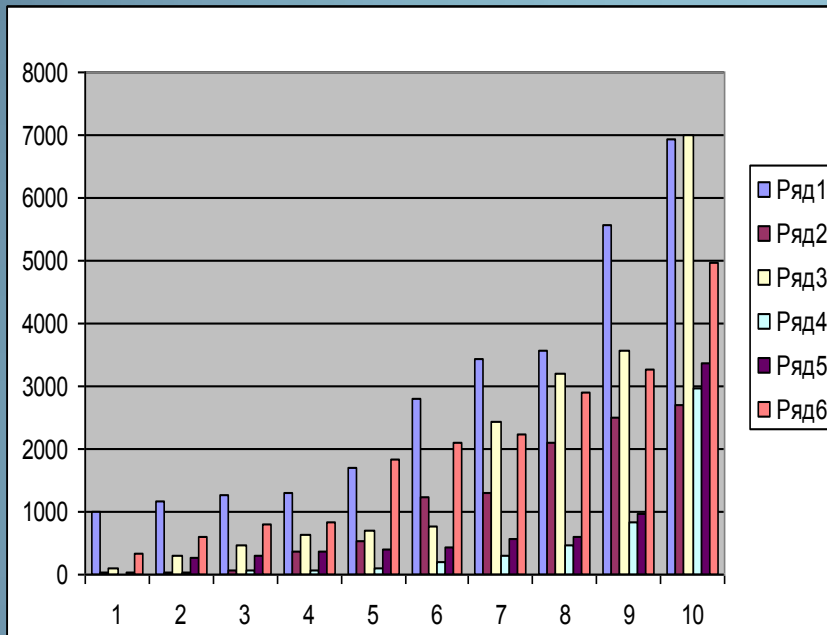
Зависимость времени поиска для отдельных соискателей в режиме порога перколяции при различных интенсивностях информационного поля, (переходу от синей кривой – ряд1 к коричневой – ряд 6 соответствует рост интенсивности от 5 до 800 относительных единиц)



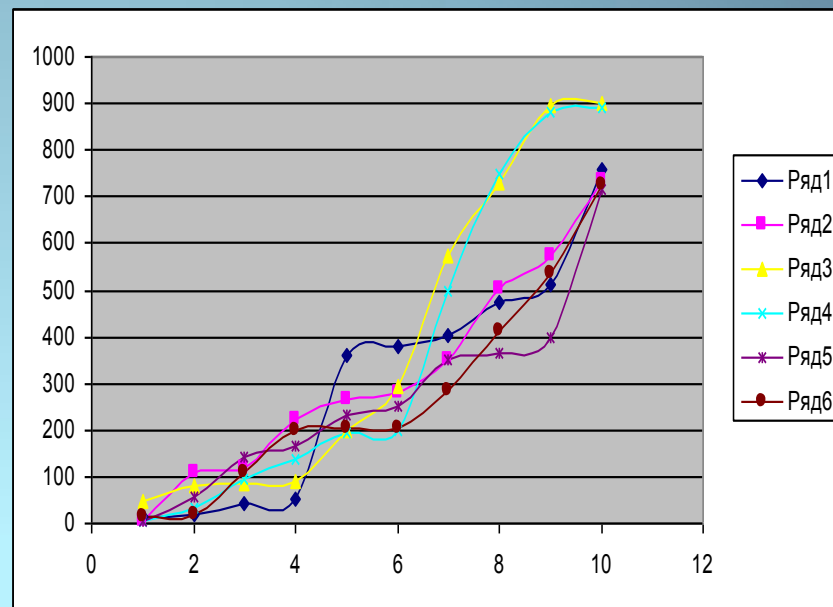
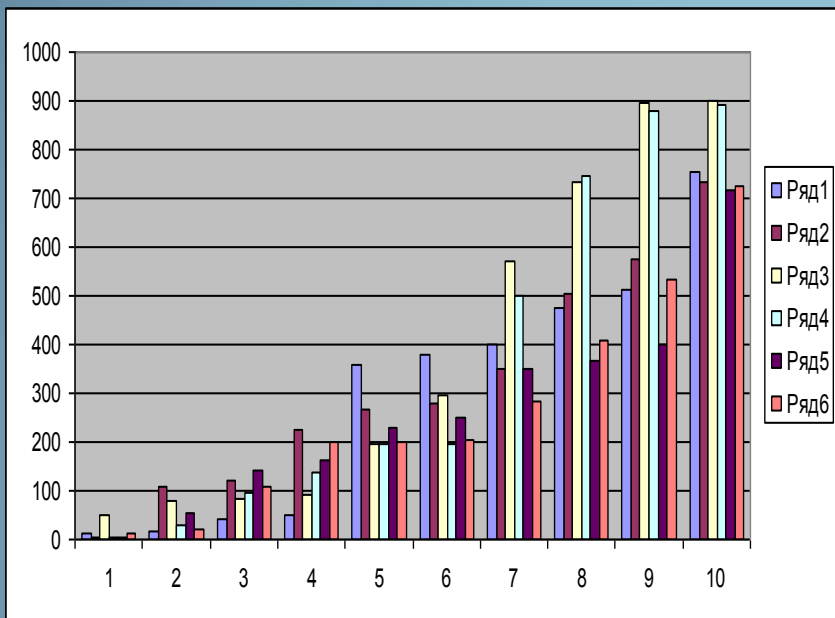
Модель детерминированного последовательного перехода при случайном распределении вакансий и малом (но отличном от нуля) постоянном значении интенсивности информационного поля. Зависимость времени поиска для 10 (из 100) соискателей в зависимости от числа ячеек памяти от 0 до 5 (соответствующие зависимости отличаются цветами)



Модель чисто случайного поиска при случайном распределении вакансий и в отсутствие зависимости от информационного поля. Зависимость времени поиска для 10 (из 100) соискателей в зависимости от числа ячеек памяти от 0 до 5 (соответствующие зависимости отличаются цветами)



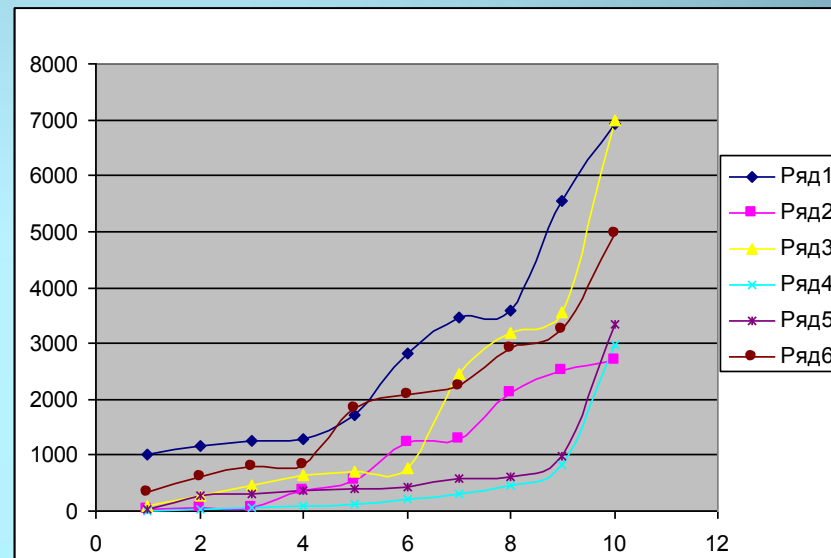
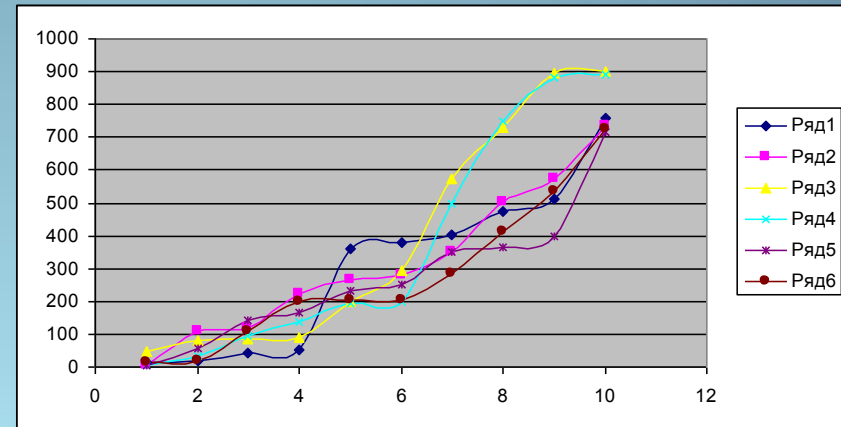
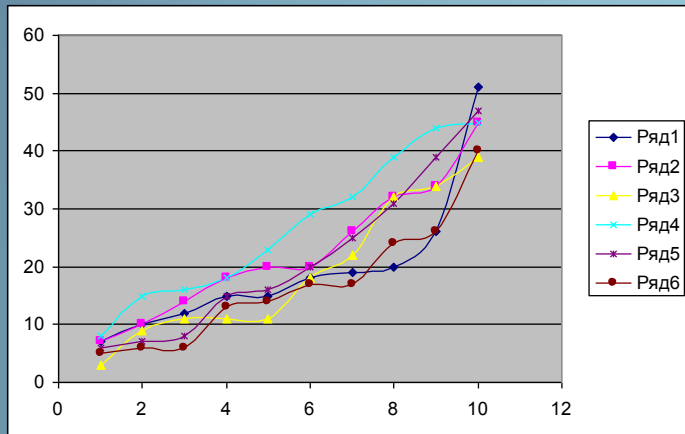
Модель информационно – обусловленного случайного поиска при случайном распределении вакансий и малом (но отличном от нуля) постоянном значении интенсивности информационного поля. Зависимость времени поиска для 10 (из 100) соискателей в зависимости от числа ячеек памяти от 0 до 5 (соответствующие зависимости отличаются цветами)



В трех вариантах моделей самое малое время поиска дает детерминированный переход, а самое большое – чисто случайных механизм поиска.

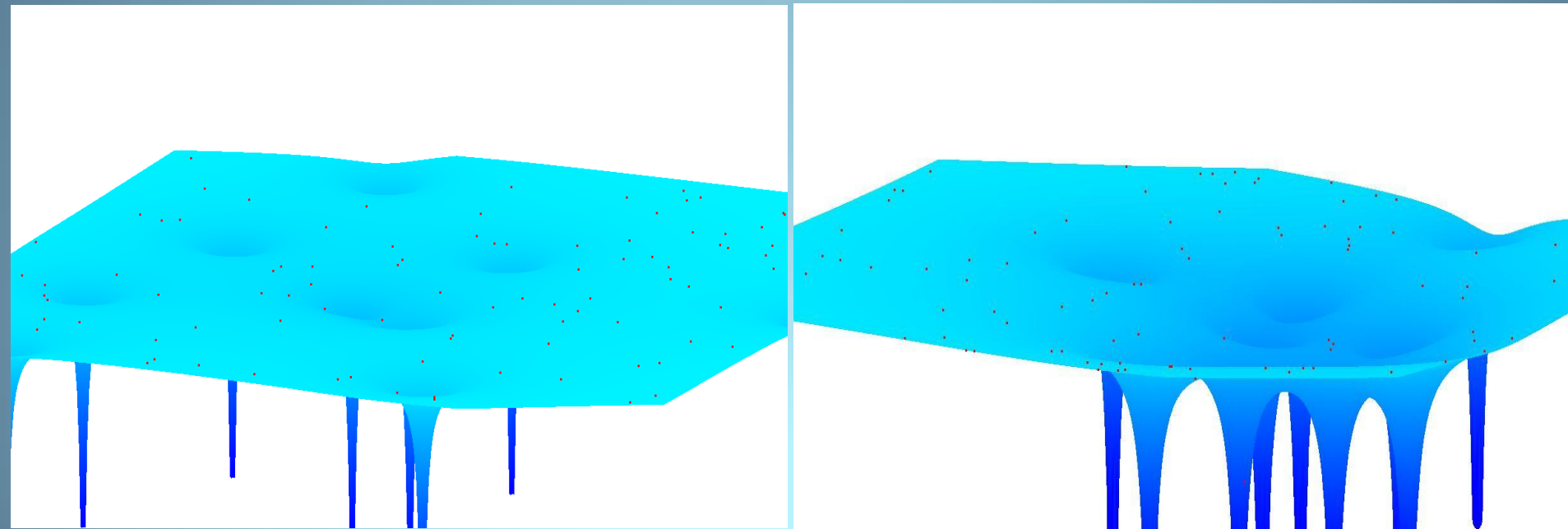
Информационно – обусловленный случайный поиск занимает промежуточное положение по времени поиска.

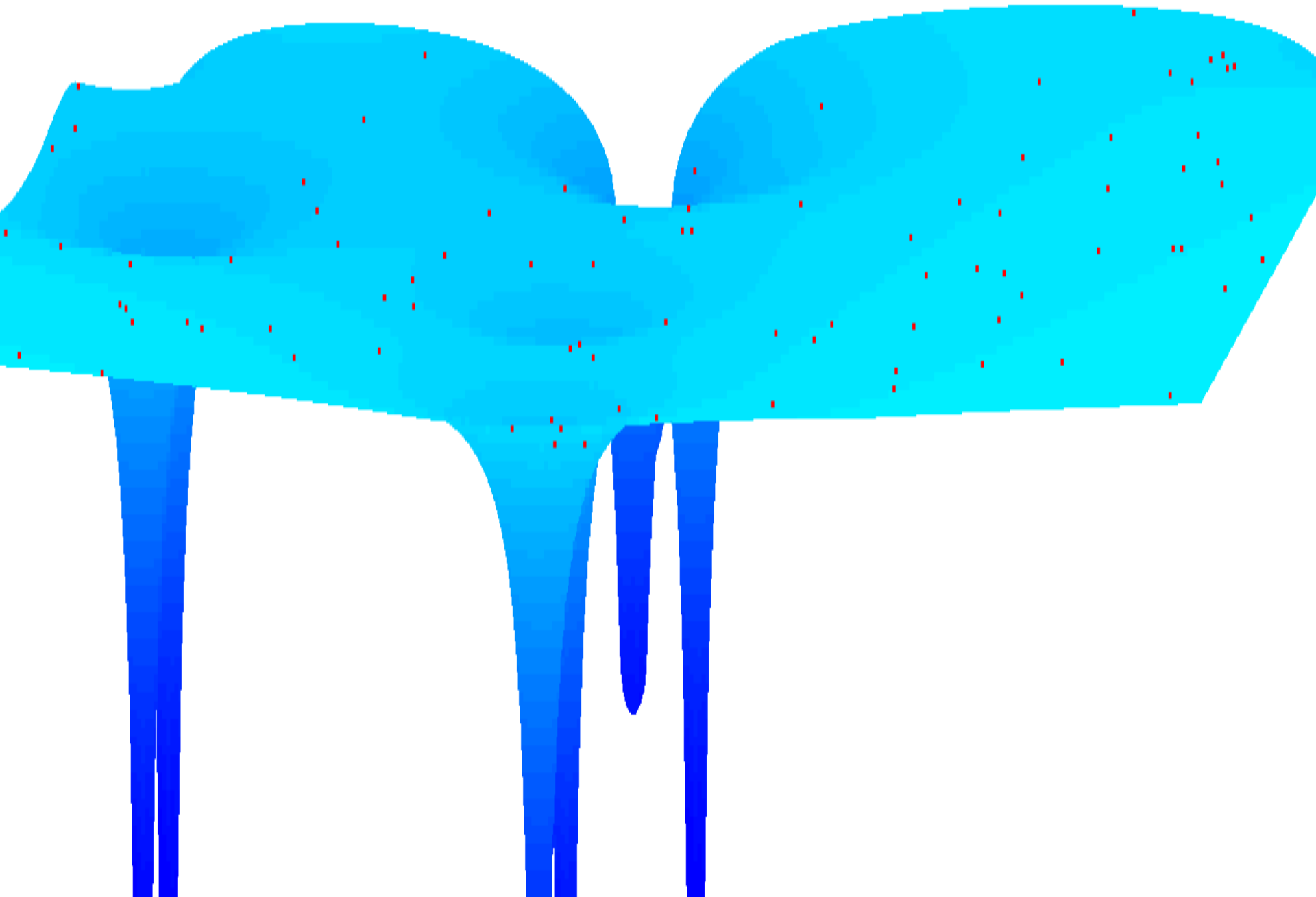
При этом случайный механизм поиска обуславливает наличие большего числа «ступенек» на приведенных зависимостях в сравниваемых моделях, число «ступенек» возрастает при информационно – обусловленном случайном поиске.



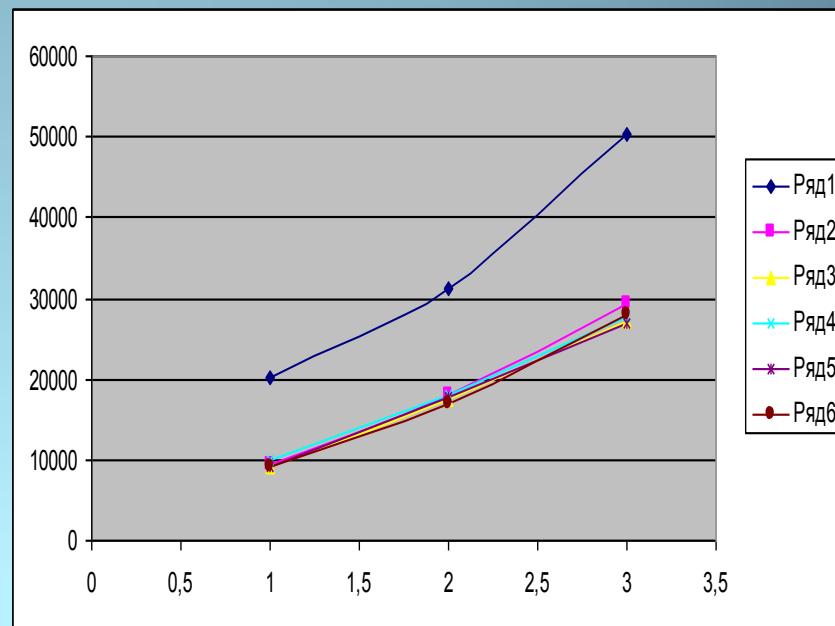
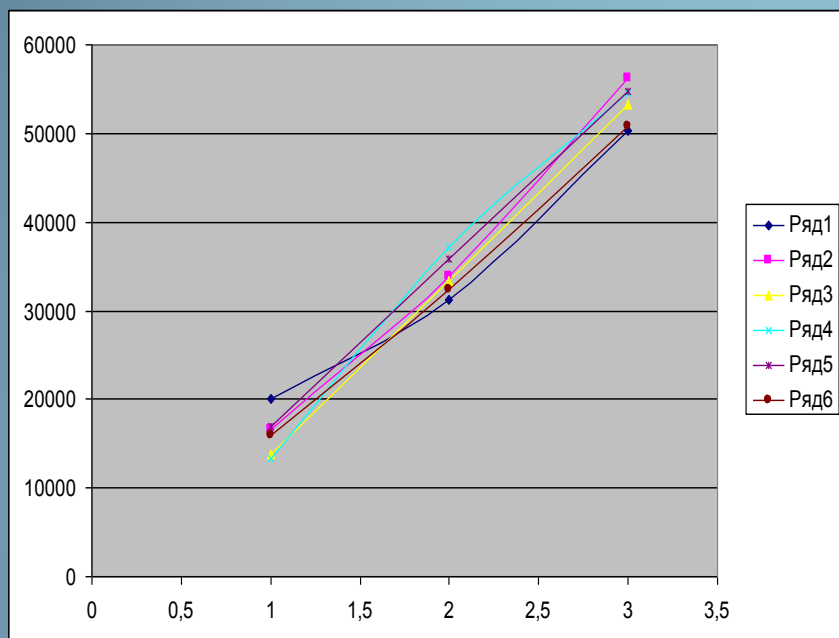
Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

Вид информационного потенциала при случайном распределении вакансий для различных величин интенсивности информационного поля (на правом рисунке интенсивность в два раза выше)

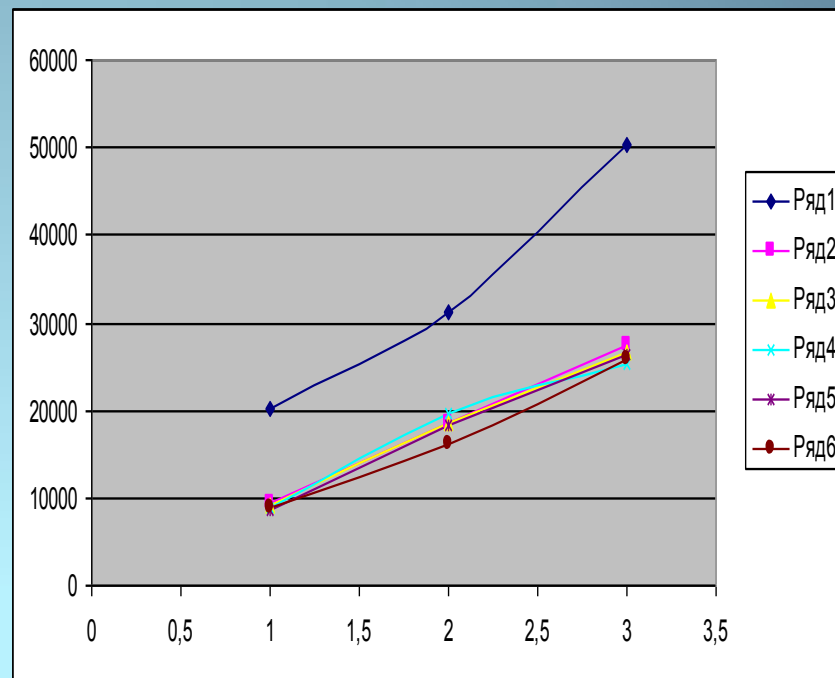
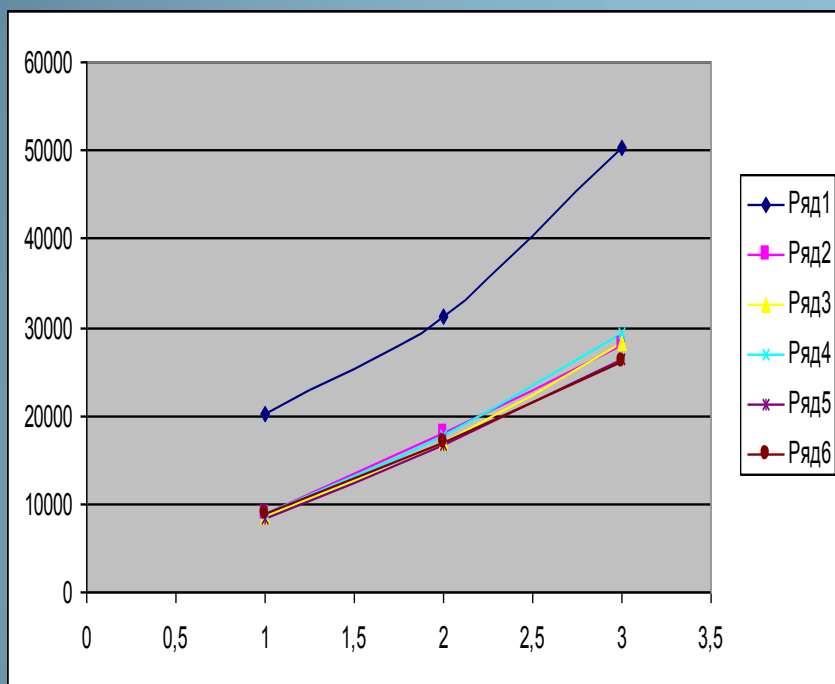




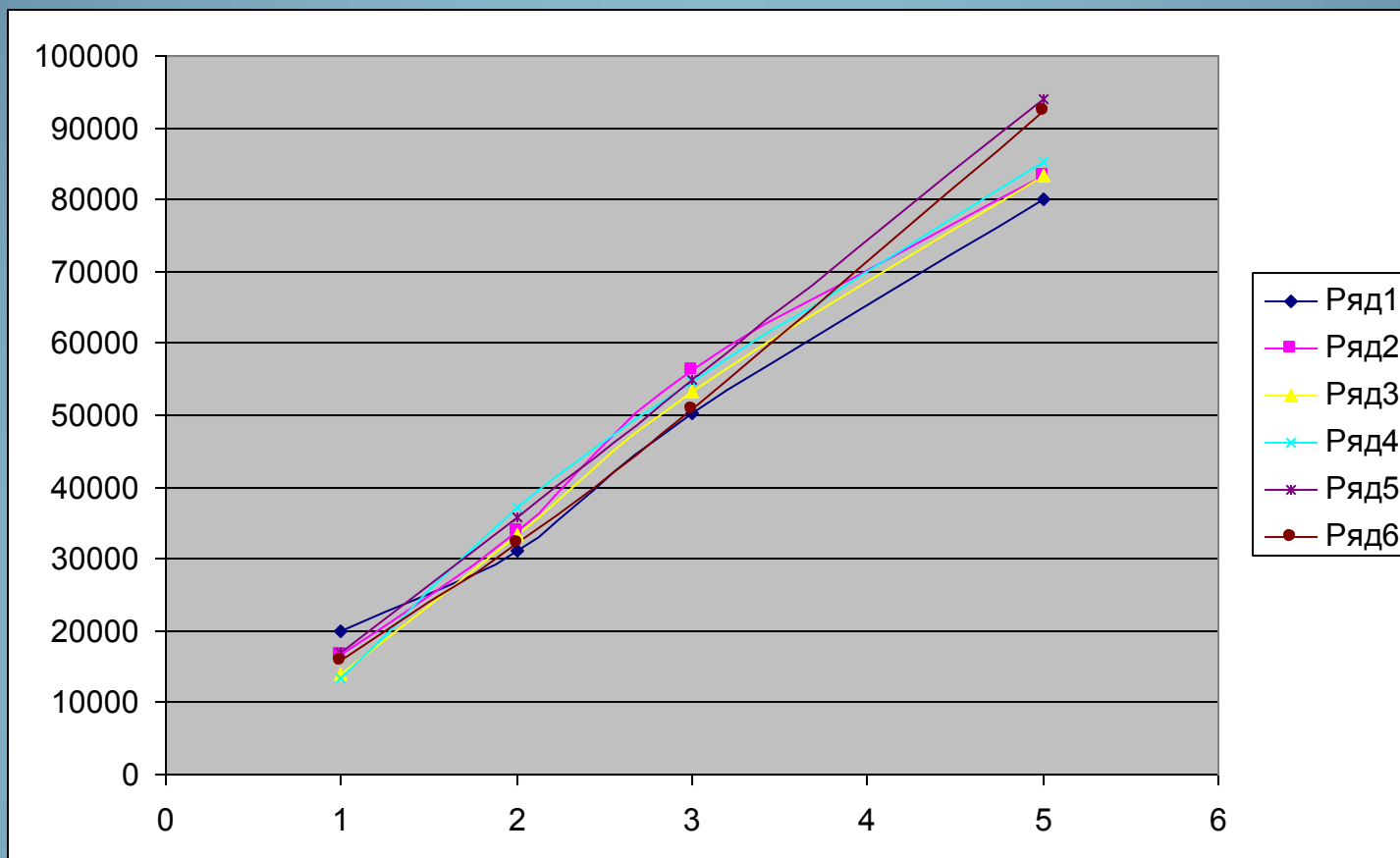
Зависимость времени поиска от скорости (точнее величины, обратной скорости) при информационно – обусловленном случайном блуждании в режиме порога перколяции для модели равномерного распределения вакансий по периметру (левый график) и для модели, когда информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять только одного соискателя и «отключить» источник поля сразу после занятия вакансии, при различных значениях интенсивности поля (росту интенсивности соответствуют цветные кривые: от мин. значения для синей кривой (ряд 1) до макс. значения для коричневой кривой (ряд 6))



Зависимость времени поиска от скорости (точнее величины, обратной скорости) при информационно – обусловленном случайном блуждании в режиме порога перколяции для модели, когда информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять до 10 соискателей, при этом интенсивность поля не убывает в процессе «трудоустройства» (левый график), и для модели, когда информационным полем обладает только одна вакансия, готовая принять до 10 соискателей, при этом интенсивность поля убывает в процессе «трудоустройства» , при различных значениях интенсивности поля (росту интенсивности соответствуют цветные кривые: от мин. значения для синей кривой (ряд 1) до макс. значения для коричневой кривой (ряд 6))

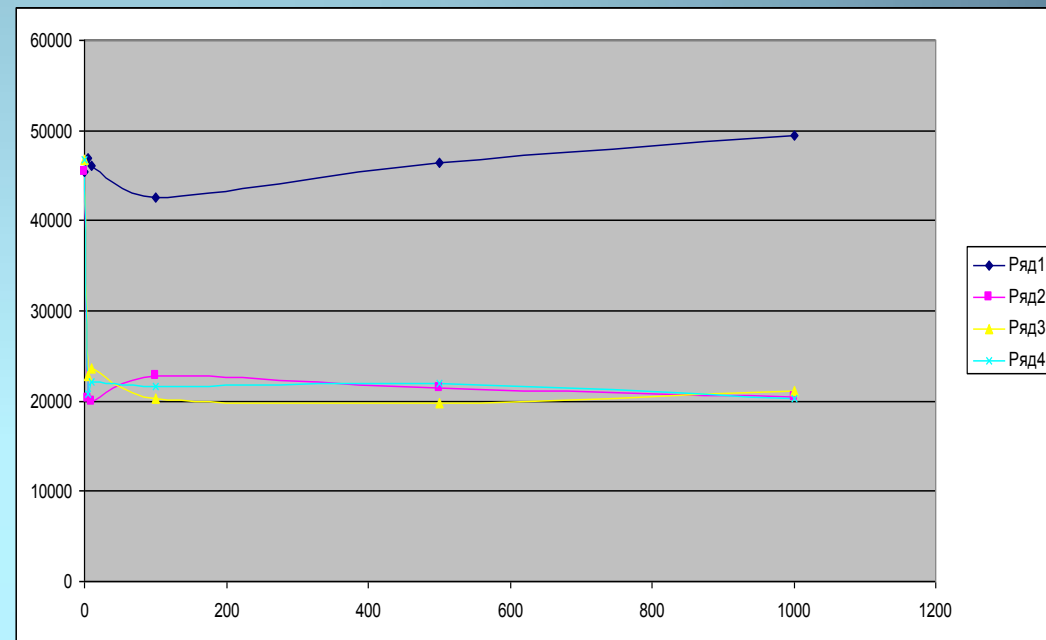
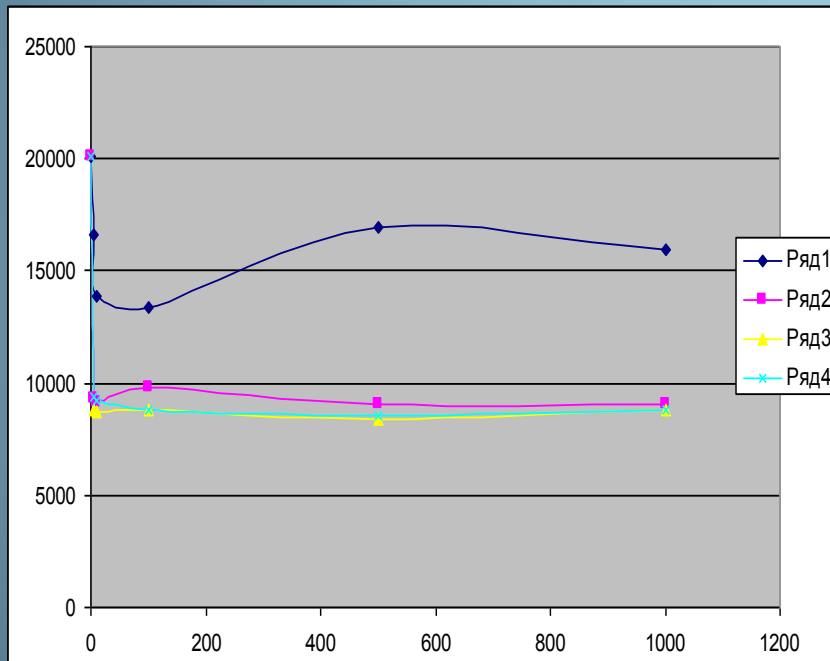


Зависимость времени поиска от скорости (точнее величины, обратной скорости) при информационно – обусловленном случайном блуждании в режиме порога перколяции для модели равномерного распределения вакансий по периметру при различных значениях интенсивности поля (росту интенсивности соответствуют цветные кривые: от мин. значения для синей кривой (ряд 1) до макс. значения для коричневой кривой (ряд 6))



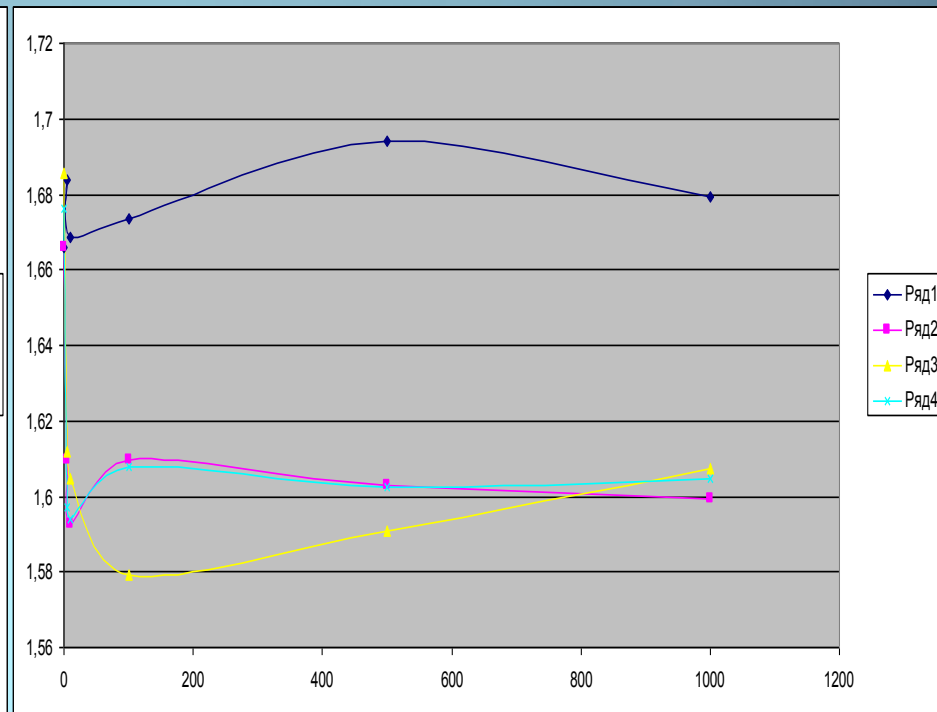
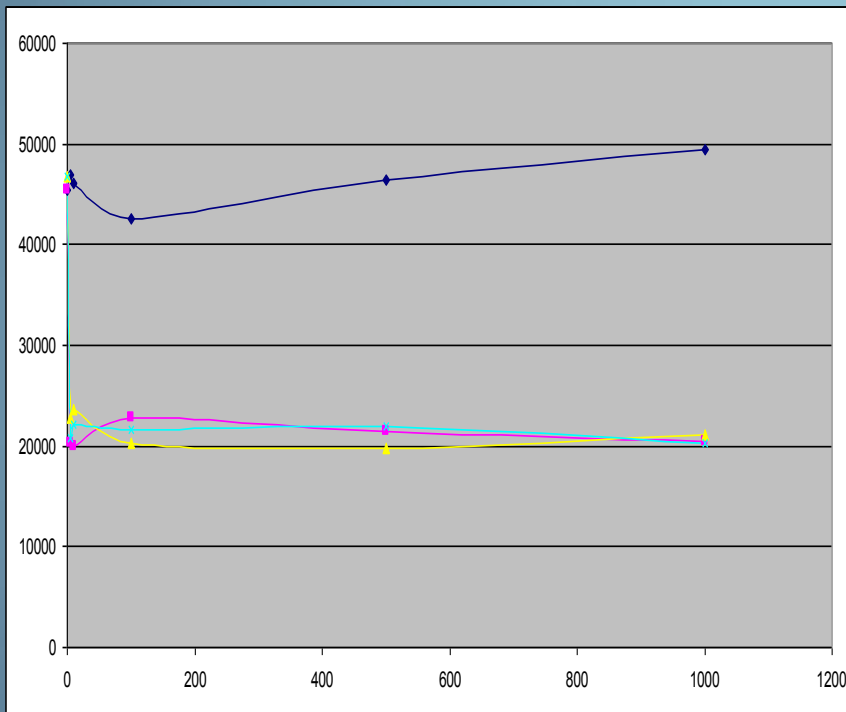
Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

Сравнение характера временных зависимостей от интенсивности информационного поля в рассматриваемых моделях при неизменной максимально возможной скорости соискателей (слева) и при распределении скоростей соискателей (5 из 100 самых быстрых, 5 – самых медленных, и 3 группы по 30 соискателей имеют промежуточные значения скоростей)



Модель информационно – обусловленного случайного блуждания на территориальном рынке труда

Сравнение временной зависимости и зависимости фрактальной размерности поисковых кластеров от интенсивности информационного поля в рассматриваемых моделях (при определении фрактальной размерности поискового кластера именно для тех 10 процентов соискателей, нашедших вакансии) для случая дифференцированного распределения скоростей

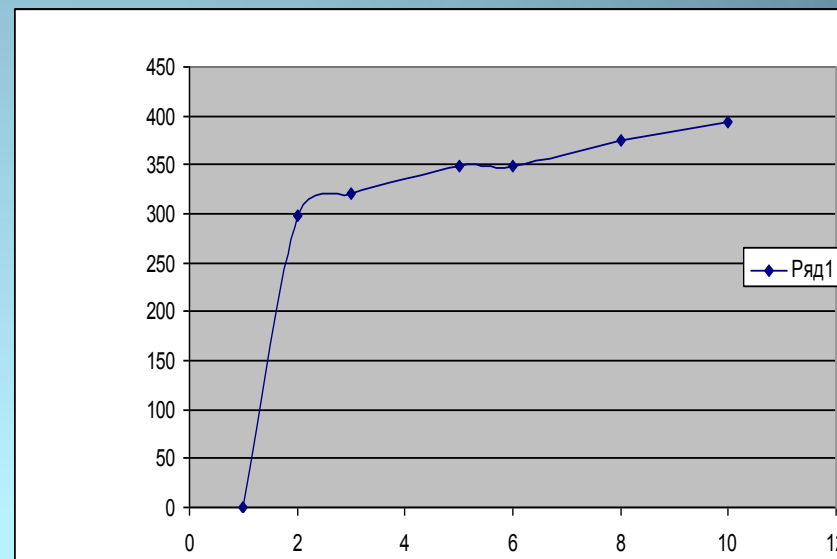
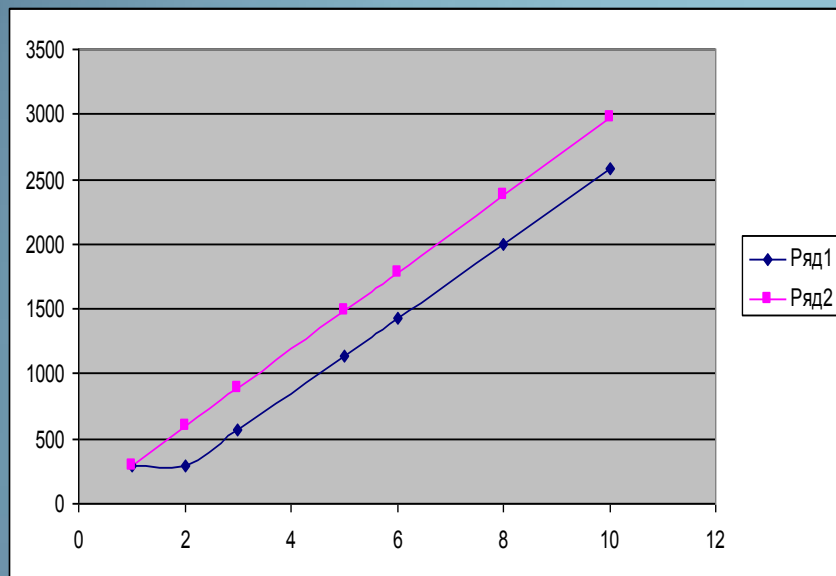


Модель информационно – обусловленного

детерминированного поиска на территориальном рынке труда

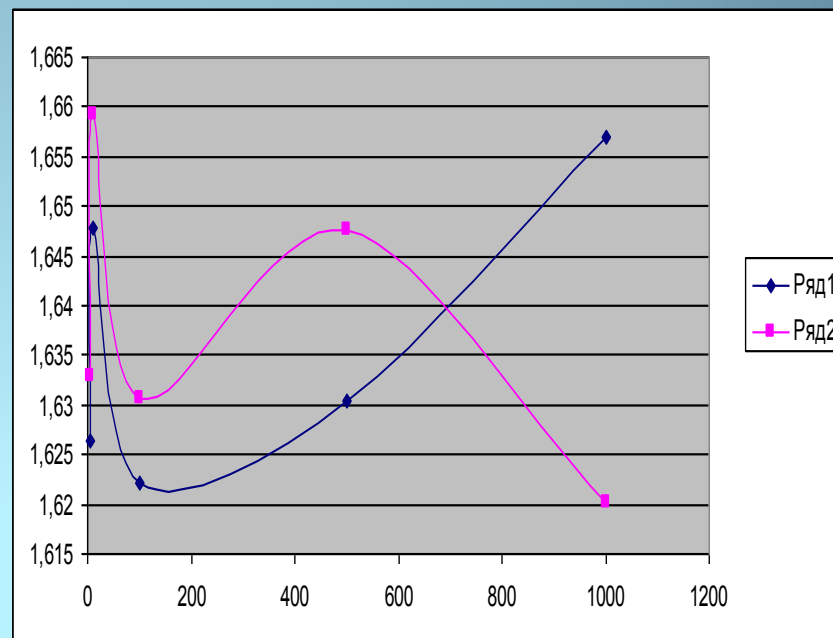
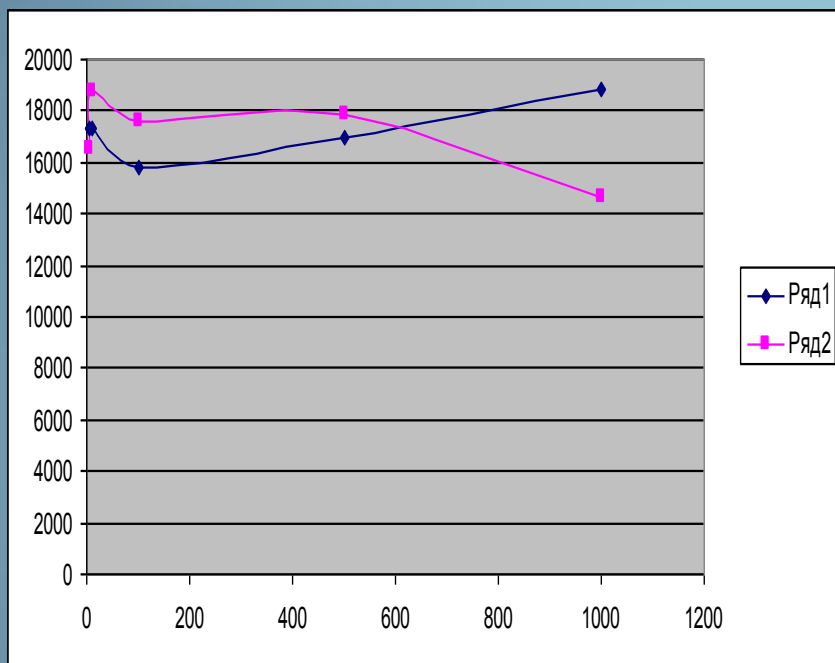
Сравнение временной зависимости от скорости (точнее от величины, обратной скорости) детерминированного поиска при постоянной (розовая линия) и меняющейся (растущей по мере приближения к источнику информационного поля) величине скорости (синяя линия).

Правая кривая показывает величину различия двух кривых как функция скорости (точнее, величины, обратной скорости).



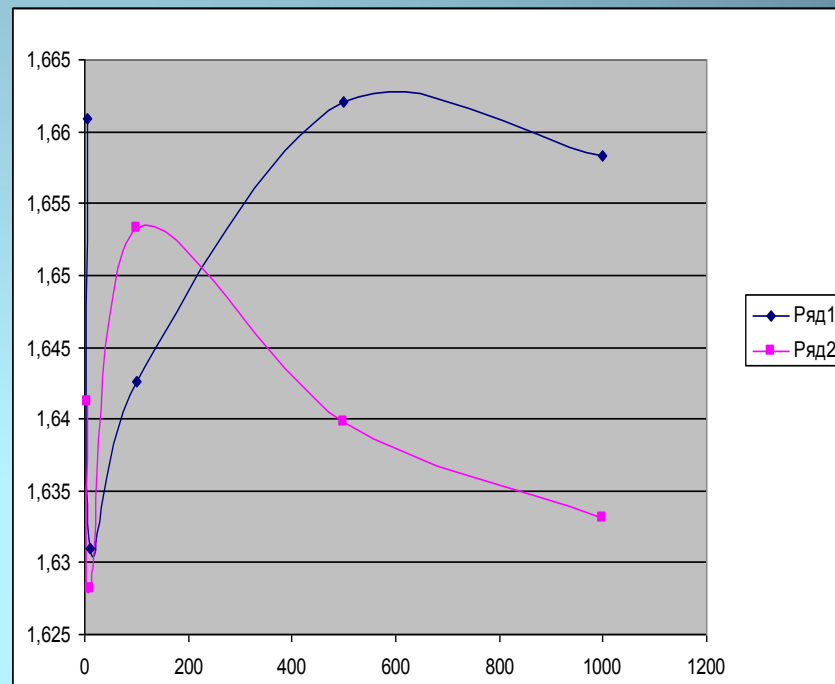
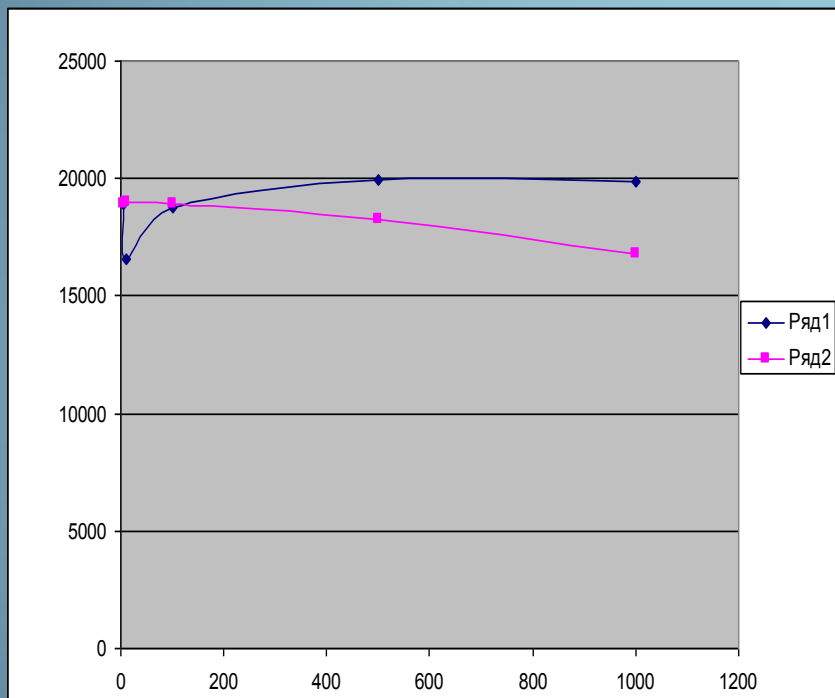
Модель информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости

Зависимость времени поиска в модели информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости от интенсивности информационного поля при равномерном по периметру распределении вакансий, являющихся источниками информационного поля. Синяя кривая отвечает режиму отсутствия обмена информационной восприимчивости (которой обладают только 10 процентов от числа соискателей). Розовая кривая отвечает режиму включения вероятностного обмена информационной восприимчивости



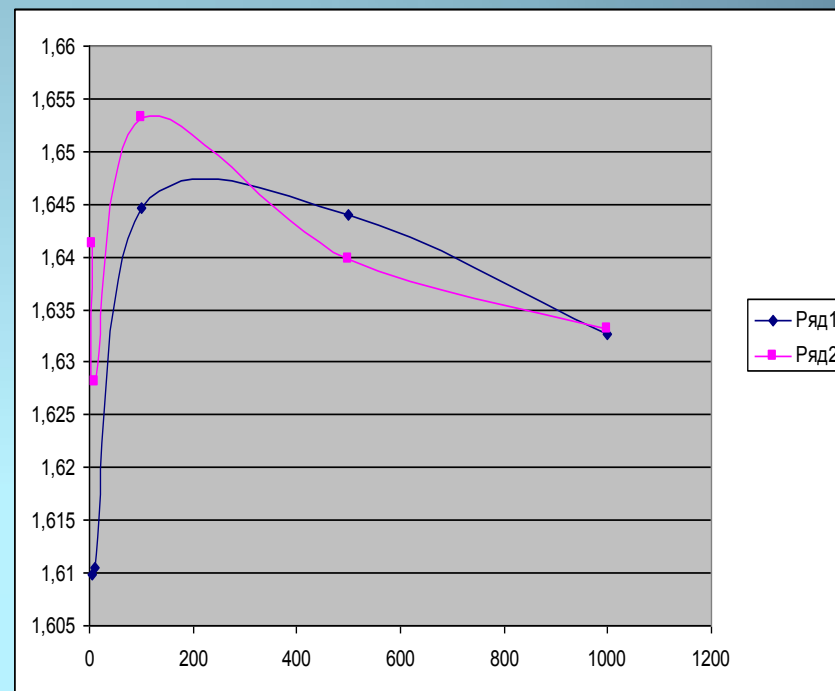
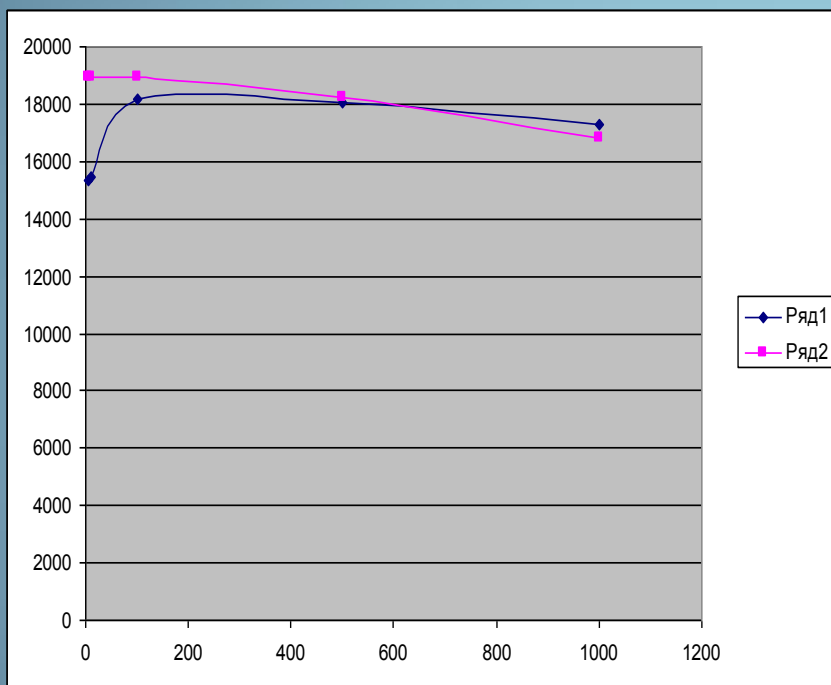
Модель информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости

Зависимость времени поиска в модели информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости от интенсивности информационного поля при равномерном по периметру распределении вакансий, но источником информационного поля обладает только один центр, способный принять только одного соискателя. Синяя кривая отвечает режиму отсутствия обмена информационной восприимчивости (которой обладают только 10 процентов от числа соискателей). Розовая кривая отвечает режиму включения вероятностного обмена информационной восприимчивости



Модель информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости

Зависимость времени поиска в модели информационно – обусловленного случайного поиска с вероятностным обменом информационной восприимчивости от интенсивности информационного поля при равномерном по периметру распределении вакансий, но источником информационного поля обладает только один центр, способный принять до 10 соискателей. Синяя кривая отвечает режиму отсутствия обмена информационной восприимчивости (которой обладают только 10 процентов от числа соискателей). Розовая кривая отвечает режиму включения вероятностного обмена информационной восприимчивости



Выводы:

- При информационно – обусловленном случайном поиске вакансий оправданным оказывается ограничение роста интенсивности информационного поля.
- При информационно – обусловленном случайном поиске вакансий наблюдаются корреляции между временной зависимостью и зависимостью фрактальной размерности поисковых кластеров в режиме порога перколяции от интенсивности информационного поля.
- При информационно – обусловленном случайном поиске вакансий снижение фрактальной размерности поисковых кластеров уменьшает время поиска вакансий.

Выводы первых тестовых моделей:

- Для всех трёх тестовых моделей перколяции и для всех проанализированных вариантов распределения вакансий наблюдается режим насыщения числа нашедших работу в зависимости от числа запоминаемых шагов (ячеек памяти).
- Минимизация числа запоминаемых шагов (ячеек памяти), что соответствует первой тестовой модели, может быть оправданной в случае неустойчивых рынков, с достаточно частым исчезновением и возникновением вакансий.

Выводы первых тестовых моделей:

- В модели с конкурсным трудоустройством, начиная с трёх запоминаемых шагов (ячеек памяти), зависимости для равномерного и кластеризованного распределений вакансий совпадают.
- Максимизация числа нашедших работу на ранних временах, связанная с минимизацией поиска на рынках труда, при небольшом числе запоминаемых шагов (ячеек памяти) в трёх тестовых моделях распределилась в следующей градации:
 - 1) Простейшая модель
 - 2) Модель с конкурсным трудоустройством
 - 3) Модель с дифференциацией предпочтений.

Направления развития:

1. Взаимосвязь информационно - обусловленных хаотической и детерминированной моделей поиска. Исследование нелинейных эффектов типа бифуркаций во временной поисковой динамике. Учет информационно – обусловленной дифференциации скоростей;
2. Взаимодействие соискателей при столкновении и вероятностный обмен информационной «восприимчивостью»;
3. Моделирование «мобильных» информационных полей у работодателей;
4. Моделирование динамики поиска работы для территориальных и региональных рынков труда.

Дифференциация скоростей

- Следует определить каждому соискателю определённую скорость передвижения. Скорости могут определяться несколькими способами:
 1. Случайно;
 2. Распределение по Гауссу;
 3. Индивидуальное задание каждому соискателю.

Взаимодействие соискателей при столкновении

- При столкновении соискателей следует определить как изменится скорость каждого из них. Может быть несколько вариантов:
 1. Средняя скорость;
 2. Максимальная скорость;
 3. Минимальная скорость;
 4. Скорость не меняется.
- Отсутствие взаимодействия – признак идеальной системы.

Создание информационных полей у работодателей

- У каждого работодателя есть информационное поле которое указывает соискателю направление движения. Величина информационного поля может определяться:
 1. Случайно;
 2. Распределение по Гауссу;
 3. Индивидуальное задание каждому рабочему месту.
- Интенсивность информационных полей может меняться в зависимости от расстояния между рабочим местом и соискателем.

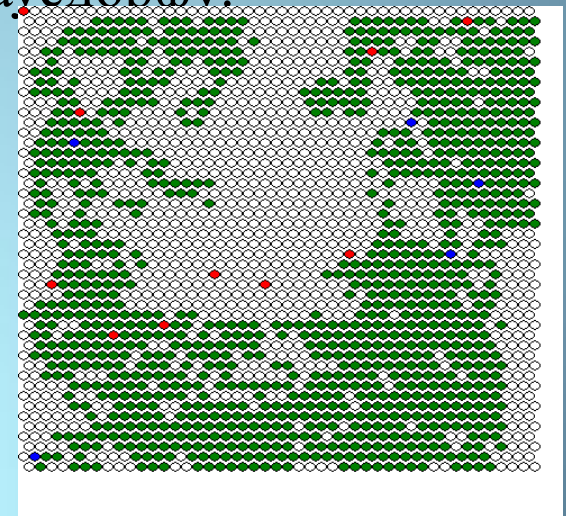
Восприятие информационных полей у соискателей

- Каждый соискатель может иметь индивидуальное восприятие информационного поля работодателя. Чем оно сильнее, тем быстрее соискатель движется к месту работы и тем меньше он делает беспорядочных шагов. Величина восприятия может определяться:
 1. Случайно;
 2. Распределение по Гауссу;
 3. Индивидуальное задание каждому соискателю.
- Формируется локальное поле вероятностей случайного блуждания соискателей в зависимости от интегральной локальной интенсивности информационных полей.

Расчет фрактальной размерности

- Определение фрактальной размерности поисковых кластеров проводилась в соответствии с известной формулой фрактальной размерности по Хаусдорфу. Для этого поле разбивается на квадраты с длиной стороны $\varepsilon \rightarrow 0$, после чего подсчитывается количество квадратов, в которых побывали соискатели. Затем вычисляется фрактальная размерность по Хаусдорфу:

$$d = \lim \frac{\ln N}{\ln \frac{1}{\varepsilon}}$$



Моделирование динамики поиска работы

- После написания программы и проведения тестовых испытаний предполагается собрать статистику о безработных с помощью регионального центра занятости населения г.Пензы и на реальных данных смоделировать поиск работы на региональном рынке труда города Пенза. Выявить параметры сокращающие время поиска работы и определить рычаги управления ими.

Литература

- Маркова К.В., Роцин С.Ю. Поиск работы на российском рынке труда, М. 2004.
- Тарасевич Ю.Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы, М. УРСС, 2002, 112 с.

Перколяционные модели на рынках труда.

- Brian V. Krauth A dynamic model of job networking and social influences on employment, [Journal of Economic Dynamics and Control](#) *Volume 28, Issue 6*, March 2004, Pages 1185-1204
- Antoni Calvó-Armengol, Thierry Verdier, Yves Zenou [Strong and weak ties in employment and crime](#) *Journal of Public Economics*, *Volume 91, Issues 1-2, February 2007*, Pages 203-233
- Liaquat Hossain, Anjali de Silva [Exploring user acceptance of technology using social networks](#) *The Journal of High Technology Management Research*, Available online 27 March 2009
- Alessandra Casella, Nobuyuki Hanaki [Information channels in labor markets: On the resilience of referral hiring](#) *Journal of Economic Behavior & Organization*, *Volume 66, Issues 3-4, June 2008*, Pages 492-513
- Linda F. Crowell [Weak ties: a mechanism for helping women expand their social networks and increase their capital](#) *The Social Science Journal*, *Volume 41, Issue 1, 2004*, Pages 15-28
- Josse Delfgaauw, Robert Dur [Signaling and screening of workers' motivation](#) *Journal of Economic Behavior & Organization*, *Volume 62, Issue 4, April 2007*, Pages 605-624
- Darrell Duffie, Semyon Malamud, and Gustavo Manso **Information Percolation with Equilibrium Search Dynamics** *Econometrica* April 6, 2009
- Darrell Duffie, Gaston Giroux, and Gustavo Manso **Information Percolation** (preprint, march – 2009)
- Tom Erez, Sarit Moldovan and Sorin Solomon **Social Anti-Percolation, Resistance and Negative Word-of-Mouth** “Industry and Labour Dynamics II”, Proceedings of the wild@ace 2004 conference