АТТЕСТАЦИЯ АСПИРАНТОВ, 25.09.2019

Анализ глобального времени в алгоритмах параллельного моделирования дискретных событий

Зиганурова Лилия

Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

Научный руководитель: Щур Л.Н.

Научный фонд НИУ ВШЭ грант 18-05-0024 и программа “5-100”

МЕТОД ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (PDES)

- Система моделируется как набор логических процессов (ЛП).
- С каждым ЛП ассоциировано локальное виртуальное время (ЛВВ)
- В течение некоторого времени ЛП работают независимо и могут обмениваться сообщениями
- Затем происходит проверка причинности вычислений. В случае нарушения причинность происходит откат ЛВВ назад.

В работе исследуются модели эволюции ЛВВ в консервативном и оптимистическом алгоритмах синхронизации PDES

1. МОДЕЛЬ ОПТИМИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Установить параметры N, M, p, b
Задать топологию малого мира с параметром p
for $t = 0..M$ **do**
    for $i = 0..N$ **do** $\tau_i(t) += \eta_i$
    $k = \text{Poisson(b)}$
    for $i = 0..kN$ **do**
        $j = rand(N)$
        $r = rand(Neighbours)$
        if $\tau_j(t) \geq \tau_r(t)$ **then**
            $\tau_j(t+1) = \tau_r(t)$
        else
            $\tau_i(t+1) = \tau_i(t)$
    Среднее время: $\overline{\tau}(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}\tau_i$
    Средняя ширина: $w^2(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}(\tau_i - \overline{\tau})^2$

РЕЗУЛЬТАТЫ НА РЕГУЛЯРНОЙ ТОПОЛОГИИ

Модель роста ЛВВ в оптимистическом алгоритме может быть отнесена к классу универсальность **направленной перколяции.**

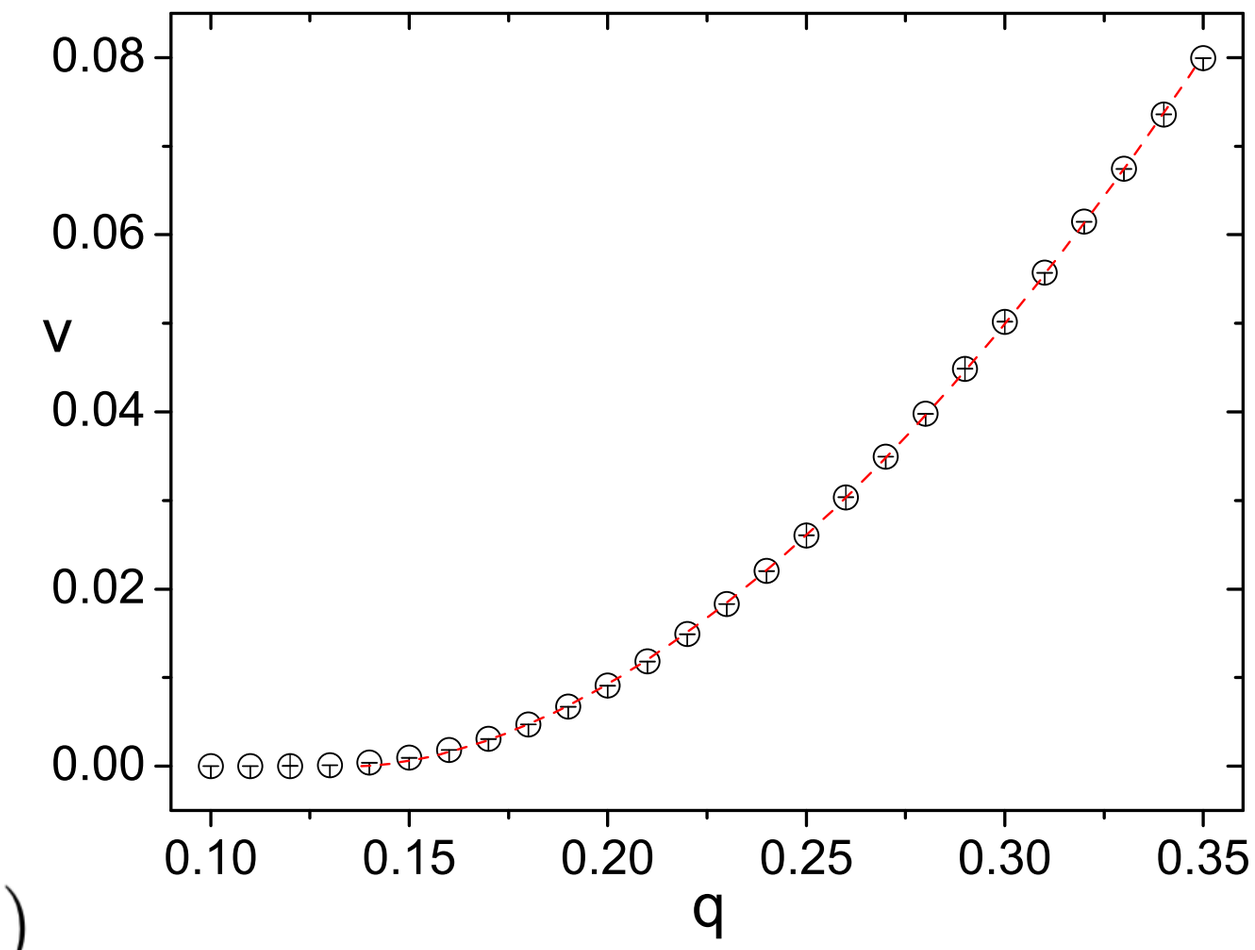
Параметр – интенсивность роста:

$$q = \frac{1}{1+b}$$

Формула фитирования:

$$v(q) = v_0(q - q_c)^{\nu_{\parallel}}$$

$$q_c = 0.136(1), \nu_{\parallel} = 1.78(2)$$



2. МОДЕЛЬ КОНСЕРВАТИВНОГО АЛГОРИТМА

Установить параметры N, M, p

Зафиксировать топологию малого мира с pN дальними связями.

for $t = 0..M$ **do**

  for $i = 0..N$ **do**

    if $\tau_i(t) \leq \tau_r(t), \forall r \in \mathit{Neighbours}$ **then**

      $\tau_i(t+1) = \tau_i(t) + \eta_i$

    else

      $\tau_i(t+1) = \tau_i(t)$

  Среднее время: $\overline{\tau}(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}\tau_i$

  Средняя ширина: $w^2(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}(\tau_i - \overline{\tau})^2$

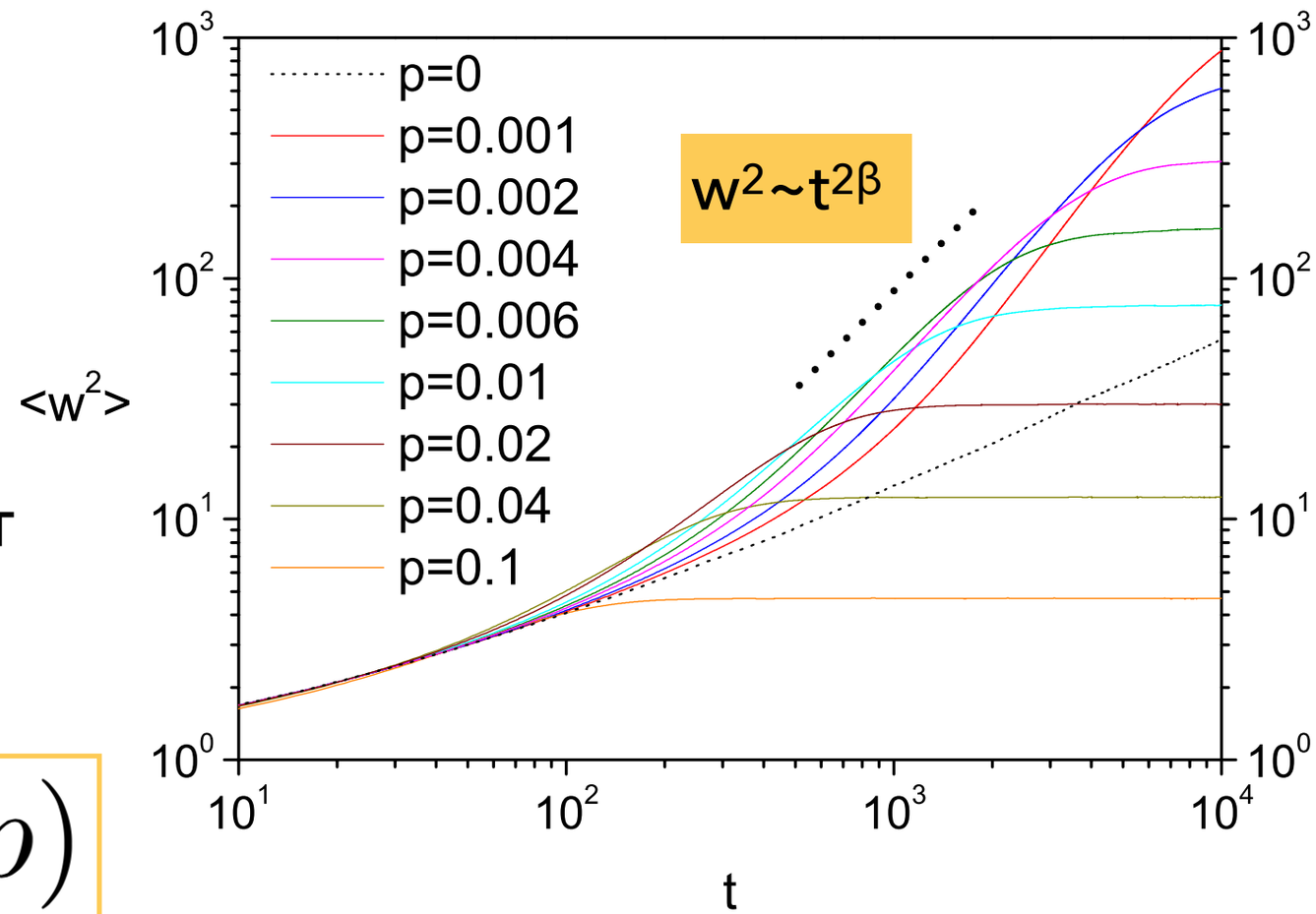
РЕЗУЛЬТАТЫ НА ТОПОЛОГИИ МАЛОГО МИРА

Модель роста времен в консервативном алгоритме относится к классу универсальности Кардара-Паризи-Жанга

На регулярной топологии критический показатель роста **β**≈1/3

На топологии SW показатель роста **β** зависит логарифмически от ***p***

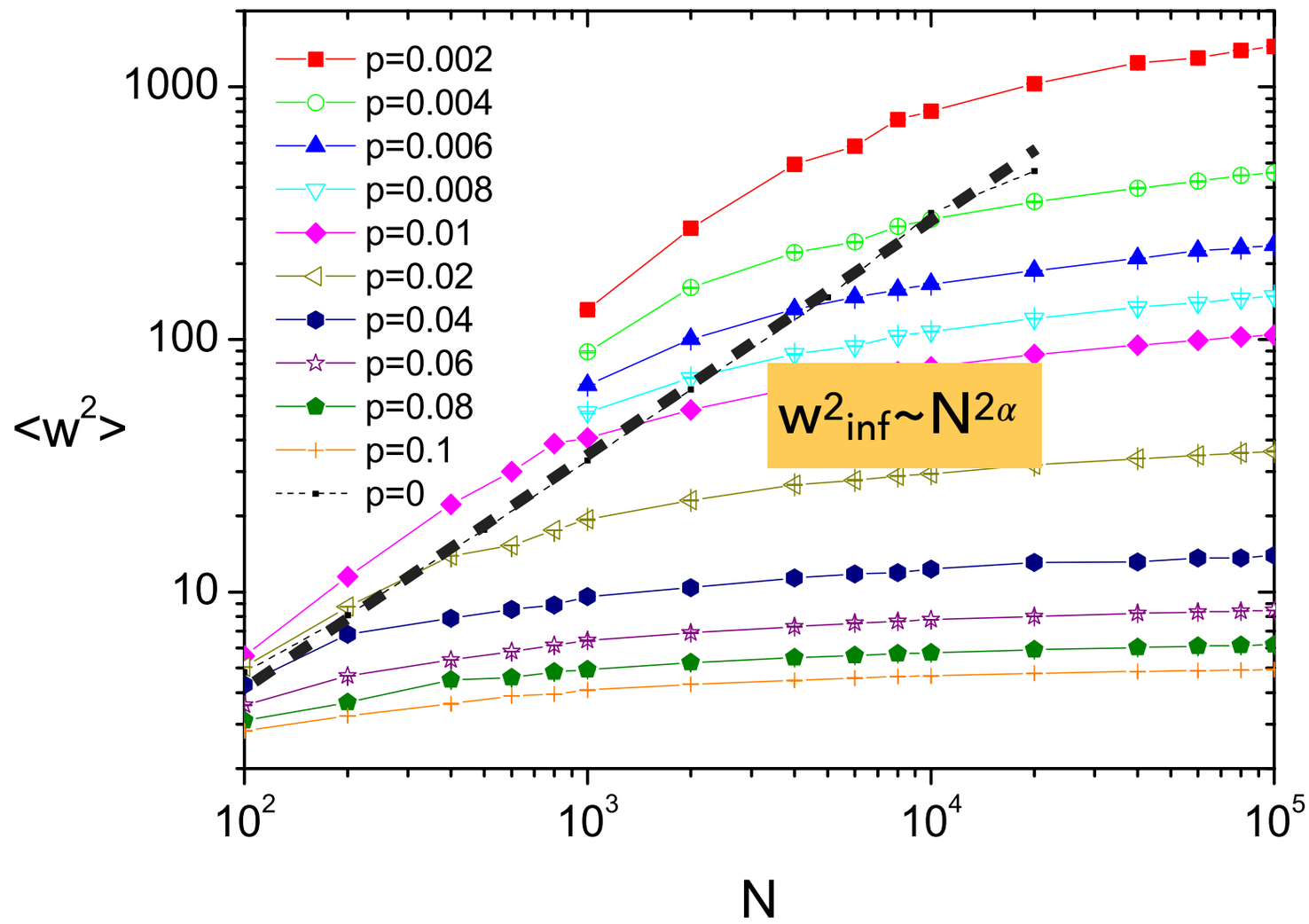
$$\beta \sim 0.162(2)\ln(p)$$



РЕЗУЛЬТАТЫ НА ТОПОЛОГИИ МАЛОГО МИРА

На регулярной топологии ширина (десинхронизация) растет с количеством ЛП **N линейно**

На топологии SW ширина остается **постоянной**.

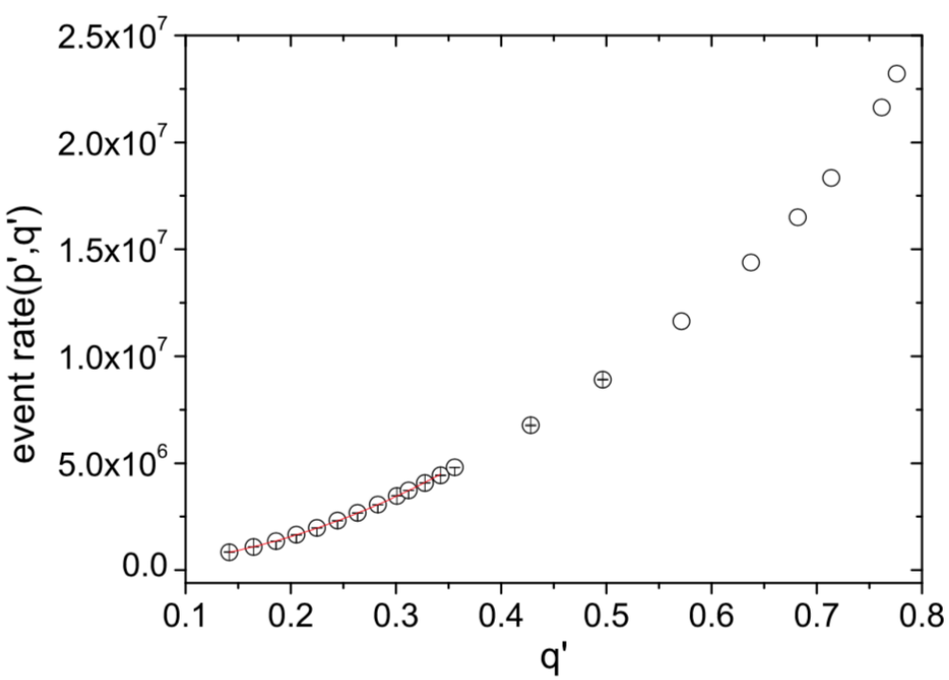


Консервативный алгоритм полностью масштабируемый

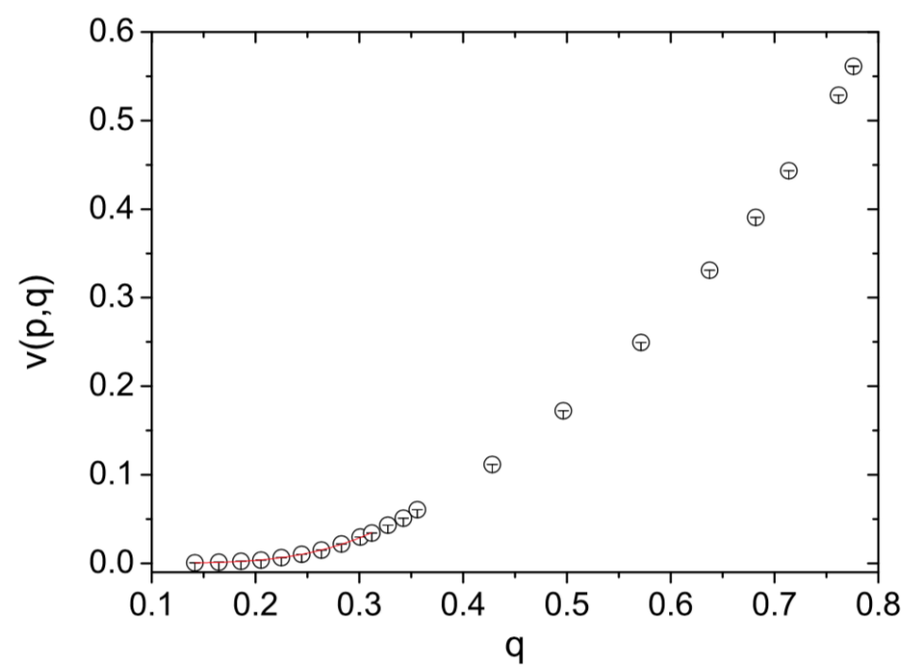
3. СРАВНЕНИЕ С МОДЕЛЬЮ PSC НА СИМУЛЯТОРЕ ROSS

1. Симулятор ROSS (Rensselaer's optimistic simulation system) – это один из доступных фреймворков для моделирования методом PDES (http://carothersc.github.io/ROSS/)

2. PCS (personal communicational service model) – модель сотовой сети.



$$\text{event_rate} \sim (q' - 0.100(2))^{1.54(3)}$$



$$v \sim (q - 0.11(1))^{3,0(2)}$$

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Построена и изучена модель роста профиля ЛВВ для консервативного алгоритма PDES на различных топологиях малого мира.
2. Выявлена зависимость скорости роста и ширины профиля ЛВВ от концентрации дальних связей p.
3. Предложена и изучена модель роста профиля ЛВВ для оптимистического алгоритма.
4. Показано, что эта модель может быть отнесена к классу направленной перколяции.
5. Проведено сравнение с результатами экспериментов на симуляторе ROSS. Модель оптимистического алгоритма хорошо описывает поведение модели PCS.

СПИСОК КОНФЕРЕНЦИЙ

1. The 5th International Conference on Matrix Methods in Mathematics and applications, August 19-23, 2019 Moscow, Russia, http://deeptensor.ml/mmma2019/
2. International Conference on Computer Simulation in Physics and beyond, September 24-27, 2018, Moscow, Russia, http://csp2018.ac.ru/
3. The 8th International Conference "Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education", September 10-14, 2018, Dubna, Russia
4. International Conference on Computer Simulation in Physics and beyond, October 9-12, 2017, Moscow, Russia, http://csp2017.ac.ru/registrartion.html
5. The 14th International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT-2017), September 4-8, 2017, Nizhniy Novgorod, Russia, oral talk "Properties of the conservative parallel discrete event simulation algorithm" http://ssd.sscc.ru/conference/pact2017/
6. The Sixth China-Russia Conference on Numerical Algebra with Applications (CRCNAA 2017), August 28–30, 2017, Moscow, Russia, oral talk “Analysis of Local Virtual Time Profile in Parallel Discrete Event Simulation”, https://miem.hse.ru/crcnaa/
7. XXIX IUPAP Conference in Computational Physics (CCP2017), Paris, July 9-13, 2017, oral talk: “Synchronisation of Conservative Parallel Discrete Event Simulations in Small World Network”, https://ccp2017.sciencesconf.org
8. Landau Days 2017 June, 26-29 Chernogolovka, Russia, poster “Synchronisation in parallel event simulation algorithm on the small-world network”, http://landaudays.itp.ac.ru/ld2017/
9. International Conference "Supercomputer Simulations in Science and Engineering", September 6-10, 2016, Moscow, Russia, http://ssse2016.ac.ru/
10. International Conference on Computer Simulation in Physics and beyond, September 6-10, 2015, Moscow, Russia, Poster "Virtual Time Profile Modeling in Parallel Discrete Event Simulation", http://csp2015.ac.ru/index.html

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Ziganurova L., Novotny M. A., Shchur L. N. Model for the evolution of the time profile in optimistic parallel discrete event simulations //Journal of Physics: Conference Series, 681(1), 012047 (2016).
2. Исследование свойств консервативного алгоритма параллельного моделирования дискретных событий в сетях Small World, Вычислительные технологии в естественных науках: Методы суперкомпьютерного моде- лирования. Часть 4 (2016)
3. Shchur L., Ziganurova L. Simulation of virtual time profile in conservative parallel discrete event simulation algorithm for small-world network // Lobachevskii Journal of Mathematics, 38(5), 967-970 (2017).
4. Ziganurova L., Shchur L. Properties of the Conservative Parallel Discrete Event Simulation Algorithm. In: Malyshkin V. (eds) Parallel Computing Technologies. PaCT 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10421. Springer, Cham (2017)
5. Хомутов Е. В., Зиганурова Л. Ф. Анализ виртуального времени в оптимистическом алгоритме параллельного моделирования дискретных событий // В кн.: Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы двадцать первого научно-практического семинара. М.: Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2018. С. 294-299.
6. Ziganurova, L., Shchur, L. N. Synchronization of conservative parallel discrete event simulations on a small-world network // Physical Review E, 98(2), 022218 (2018)
7. Properties of The Parallel Discrete Event Simulation Algorithms on Small- World Communication Networks in Proceedings of the VIII International Conference “Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education” (2018)
8. Щур Л.Н., Зиганурова Л.Ф. "Синхронизация процессов при параллельном моделировании дискретных событий Журнал экспериментальной и теоретической физики, 2019