

**Х Всероссийская конференция с международным участием
«Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и
антропогенных процессов» (SDM-2025),
посвященная памяти академика Ю.И. Шокина
г. Белокуриха, Алтайский край, Российская Федерация
26-29 августа 2025 года**

***К вопросу о разработке нового поколения медицинских информационных
систем для регионов с активными лесными пожарами***

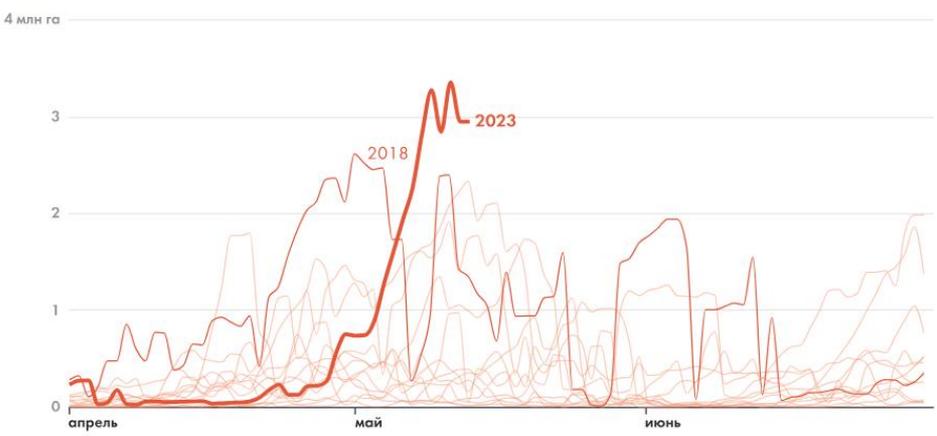
Барановский Н.В.

Докладчик: доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ,
к.фй.-м.н. Барановский Николай Викторович

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-00017, <https://rscf.ru/project/25-21-00017/>

Томск - 2025

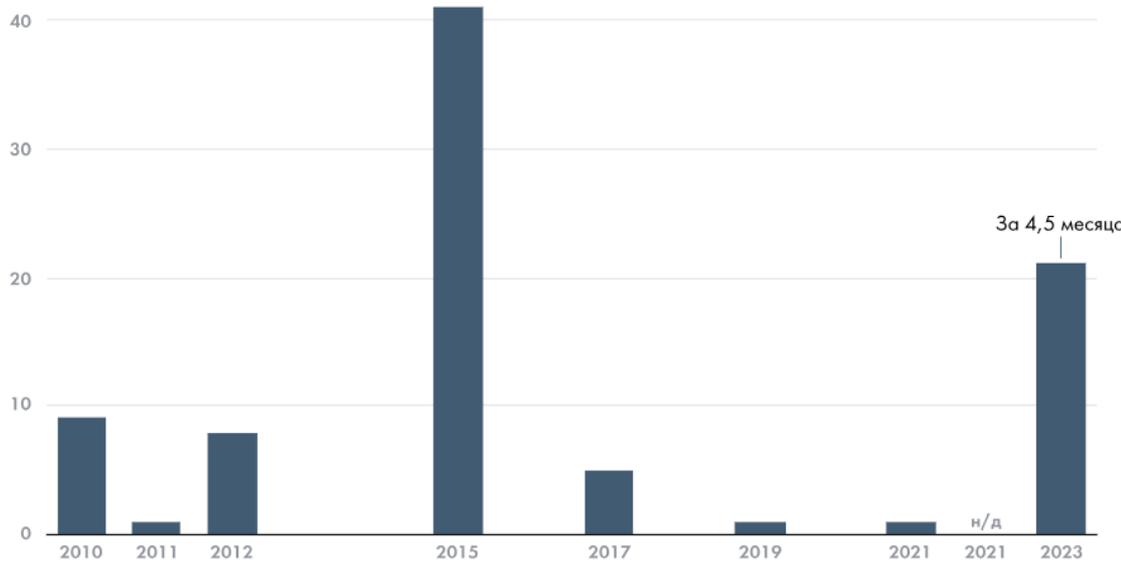
Площадь активных пожаров в 2010-2023 годы



Источник: ИСДМ-Рослесхоз



Число погибших в крупных лесных пожарах



Источник: МЧС РФ, 2023 — по сообщениям СМИ

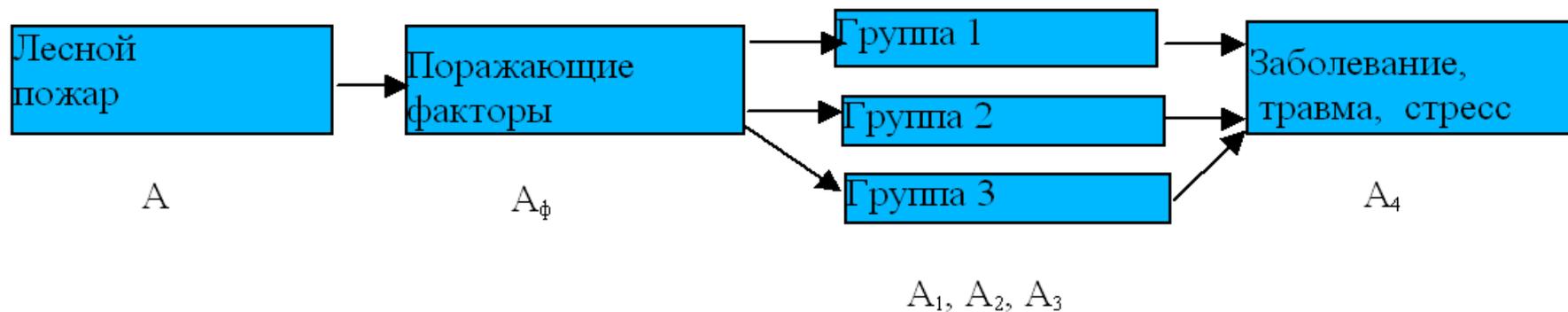


Цель исследования – разработка общей концепции создания нового поколения медицинских информационных систем для мониторинга, оценки и прогнозирования социальных последствий лесных пожаров.

Цель исследования может быть достигнута **путем решения следующих задач:**

- 1) Адаптация детерминированно-вероятностного подхода для решения задач прогнозирования социального ущерба от лесных пожаров.
- 2) Разработка вероятностного критерия оценки социального ущерба от лесных пожаров.
- 3) Разработка комплекса детерминированных математических моделей воздействия поражающих факторов лесного пожара на человека.
- 4) Выбор программных средств для программной реализации математических моделей.
- 5) Интеграция с системами пространственного анализа информации.
- 6) Интеграция с существующими медицинскими информационными системами.

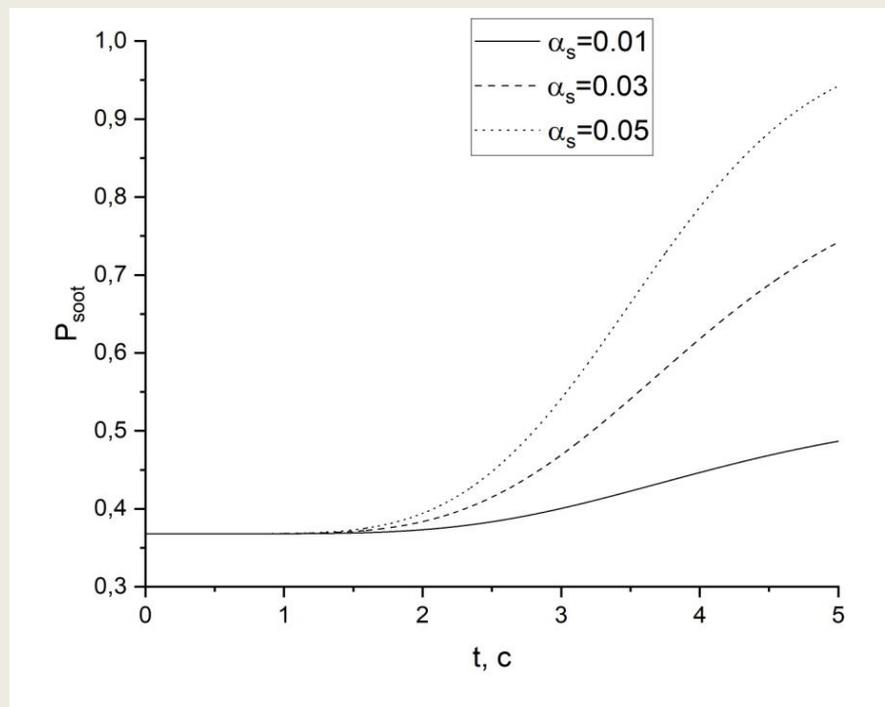
Эстафетный механизм возникновения заболевания, травмы или стресса у человека при лесных пожарах



Для оценки влияния на население выбросов сажевых частиц была введена критическая величина объемной доли сажевых частиц $\varphi_*=0,03$. Тогда условием вредного воздействия выброса сажевых частиц от лесных пожаров на население будет вероятность P_{soot} . Данную вероятность можно определить по формуле:

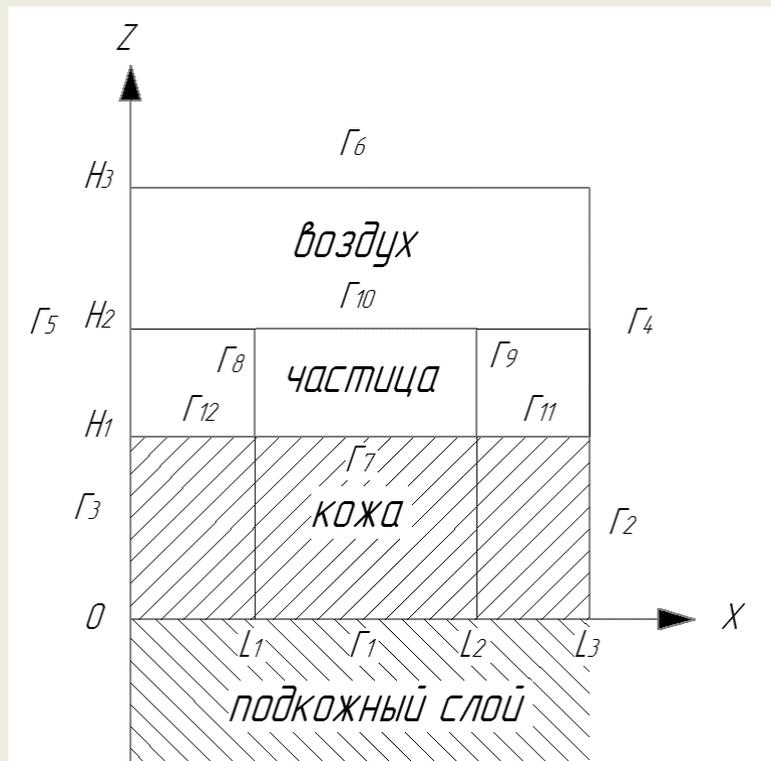
$$P_{soot} = \begin{cases} \exp(-(\Delta\varphi)^2), \Delta\varphi = \frac{\varphi - \varphi_*}{\varphi_*}, \varphi \leq \varphi_* \\ 1, \varphi > \varphi_* \end{cases},$$

где φ – текущее значение объемной доли сажевых частиц, φ_* – критическое значение объемной доли сажевых частиц



Зависимость вероятности причинения вреда здоровью от времени при различных коэффициентах диспергирования

Формирование зоны термического поражения

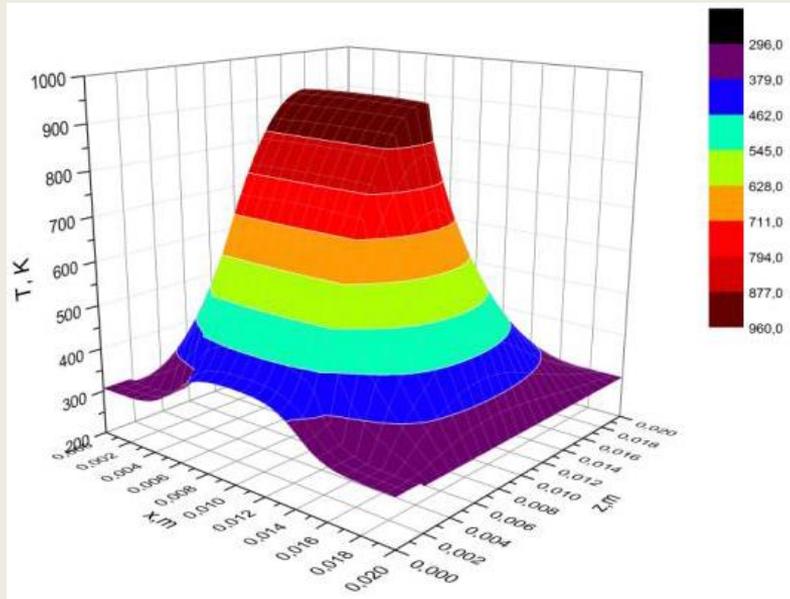


Исследование проведено с рядом допущений:

- Рассматриваемые частицы являются углеродистыми, что соответствует природным сценариям при термическом разложении древесины.
- Рассматривается двухслойная система строения кожного покрова человека с эффективными теплофизическими характеристиками.
- Предполагается, что теплофизические характеристики частицы и кожного покрова не зависят от температуры.
- Разрушением тканей кожного покрова под воздействием повышенных температур пренебрегается.
- Испарением клеточной влаги из тканей кожного покрова также пренебрегается.
- Основной механизм передачи тепла в тканях кожного покрова кондуктивный.
- Рассматривается монолитное строение кожного покрова.

Математическая постановка

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_1 c_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_1}{\partial z^2} \right), \quad \left| \begin{array}{l} 0 < x < L_3; \\ 0 < z < H_1. \end{array} \right. \\ \rho_2 c_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2}{\partial z^2} \right), \quad \left| \begin{array}{l} L_1 < x < L_2; \\ H_1 < z < H_2. \end{array} \right. \\ \rho_3 c_3 \frac{\partial T_3}{\partial t} = \lambda_3 \left(\frac{\partial^2 T_3}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_3}{\partial z^2} \right), \quad \left| \begin{array}{l} 0 < x < L_3; \\ H_2 < z < H_3. \end{array} \right. \end{array} \right.$$



$$\Gamma_1: \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} = \alpha_1 (T - T_{nc}), \quad \alpha_1 > 0;$$

$$\Gamma_2: \frac{\partial T}{\partial x} = 0;$$

$$\Gamma_3: \frac{\partial T}{\partial x} = 0;$$

$$\Gamma_4: \frac{\partial T}{\partial x} = 0;$$

$$\Gamma_5: \frac{\partial T}{\partial x} = 0;$$

$$\Gamma_6: T = T_e;$$

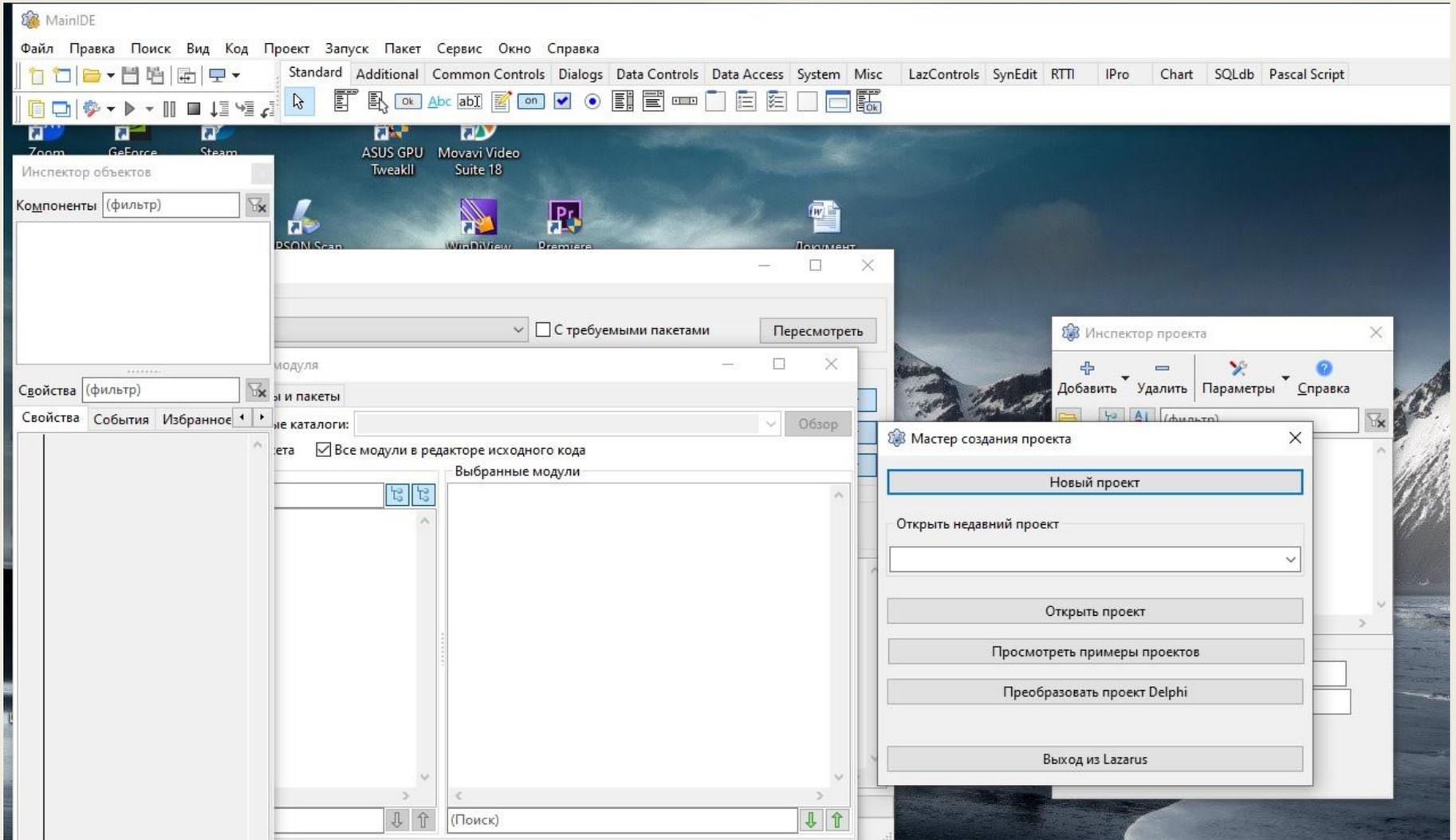
$$\Gamma_7: \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z}, \quad T_1(t, x, z) = T_2(t, x, z);$$

$$\Gamma_8: \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x}, \quad T_2(t, x, z) = T_3(t, x, z);$$

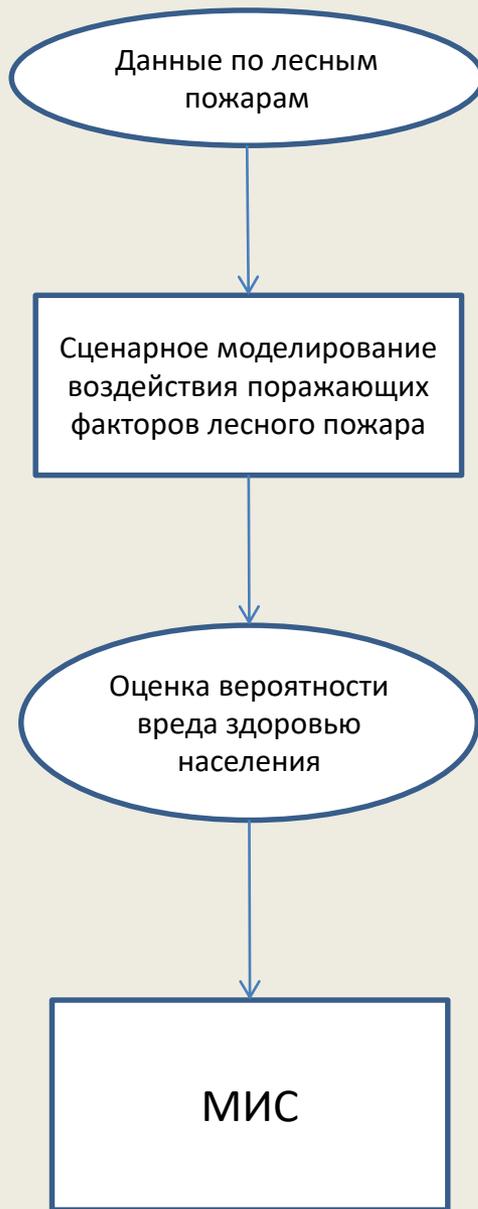
$$\Gamma_9: \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x}, \quad T_2(t, x, z) = T_3(t, x, z);$$

$$\Gamma_{10}: \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial z}, \quad T_2(t, x, z) = T_3(t, x, z);$$

Распределение температур в системе кожа-частица-воздух в момент времени $t = 10$ с



Интерфейс среды разработки программного обеспечения Lazarus



Спасибо за внимание!

Доцент НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики
Томского политехнического университета, к.ф.-м.н.

Барановский Николай Викторович

firedanger@yandex.ru

firedanger@tpu.ru