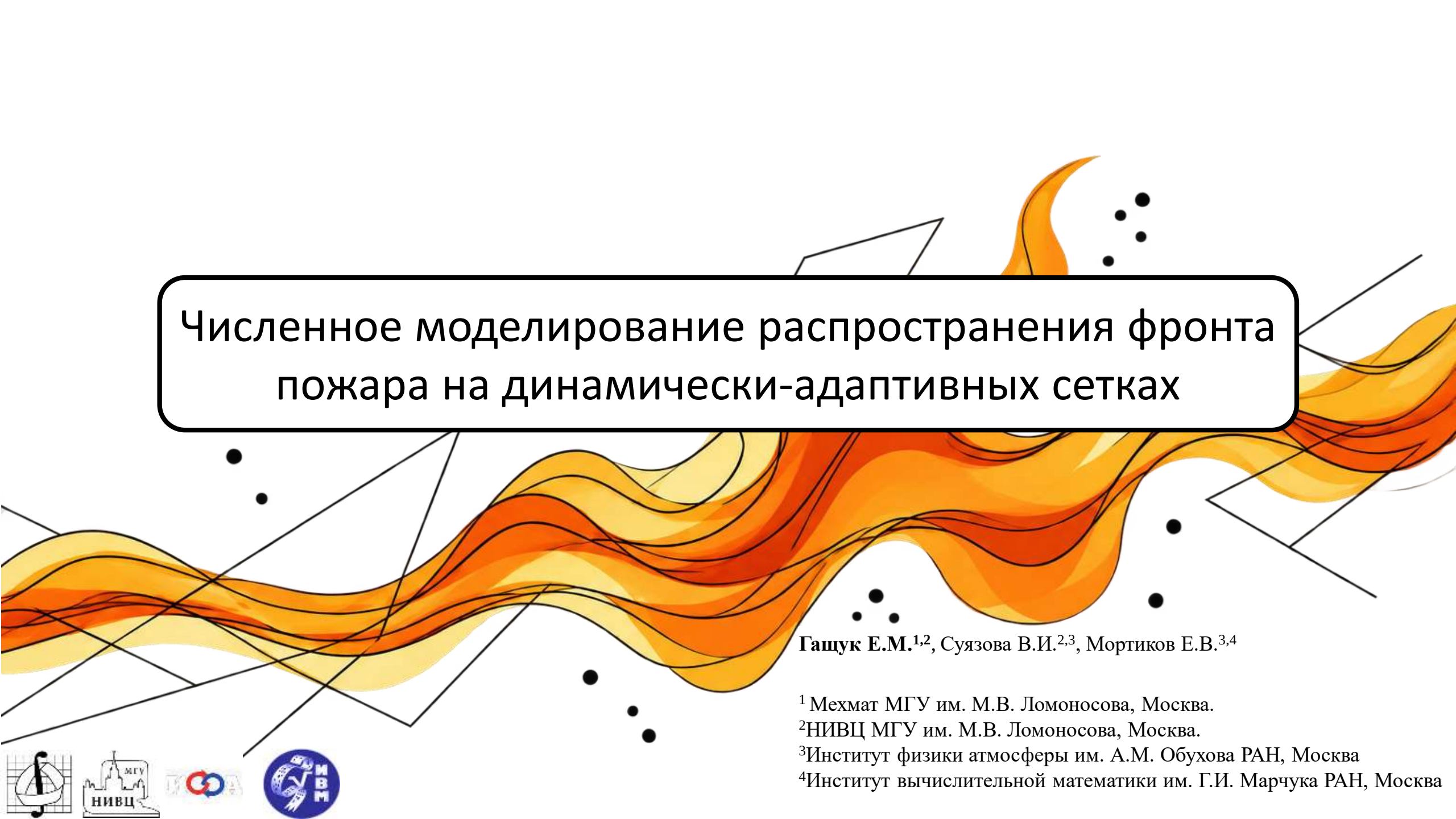




Численное моделирование распространения фронта пожара на динамически-адаптивных сетках

Гащук Е.М.^{1,2}, Суязова В.И.^{2,3}, Мортиков Е.В.^{3,4}

¹ Мехмат МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва.

² НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва.

³ Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

⁴ Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, Москва



Зачем?



*Численная модель (**вихреразрешающая модель НИВЦ МГУ, MSU LES**) для изучения, анализа и прогнозирования последствий различных сценариев городского планирования. Модель разработана в лаборатории **Математического моделирования геофизических пограничных слоев НИВЦ МГУ**.

Численная модель распространения пожара: level-set функция

Основная идея: фронт пожара - нулевой уровень некоторой непрерывной функции (функции уровня). Вместо явного отслеживания контура фронта, метод описывает его как множество точек, где функция принимает нулевое значение.

Эволюция функции уровня пожара определяется уравнением (level-set equation) [1]:

$$\frac{\partial \psi(\mathbf{x}, t)}{\partial t} + S \parallel \nabla \psi(\mathbf{x}, t) \parallel = 0,$$

где $\mathbf{x}$ – пространственные координаты, t – время, $\psi(\mathbf{x}, t)$ – функция уровня, S – скорость распространения пожара, рассчитывается по формуле Ротемаля [1,2]:

$$S = R_o(1 + \varphi_W + \varphi_S),$$

где R_o – скорость распространения при отсутствии ветра (зависит от топлива), φ_W – коэффициент ветра, φ_S – коэффициент уклона.

Результаты

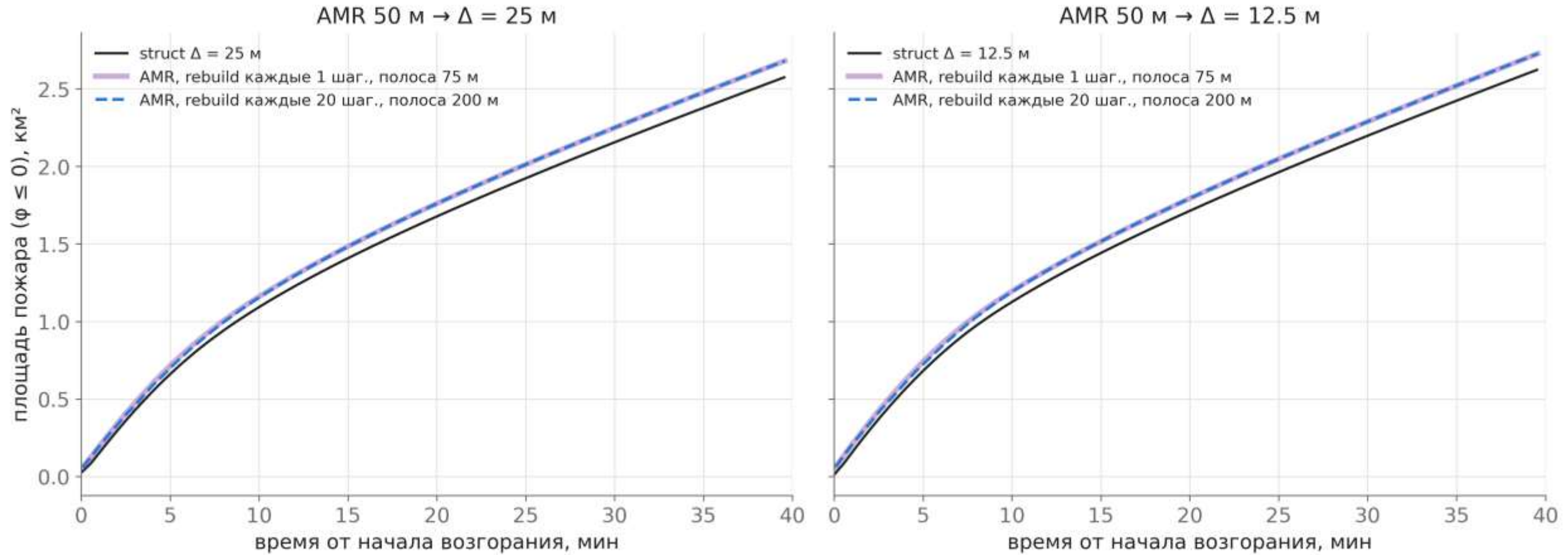


Рис. Оценка площади пожара в зависимости от времени и типа сетки.

Результаты

Периметр пожара через 10, 20, 30, 40 мин

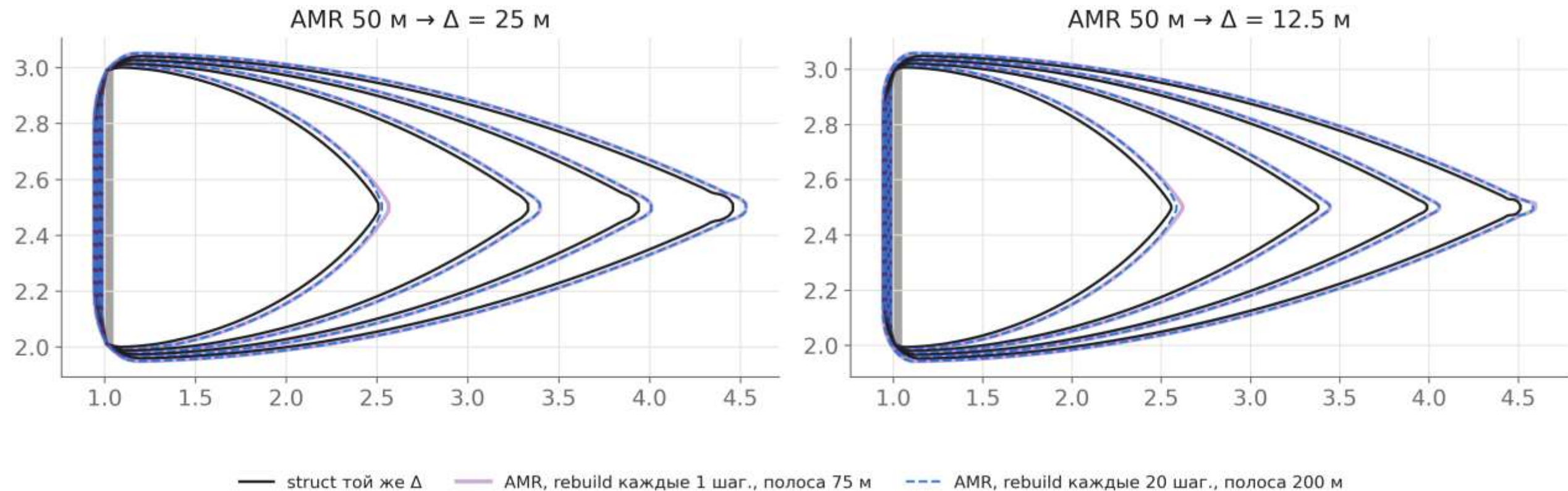


Рис. Периметр пожара в зависимости от времени и типа сетки.

Результаты

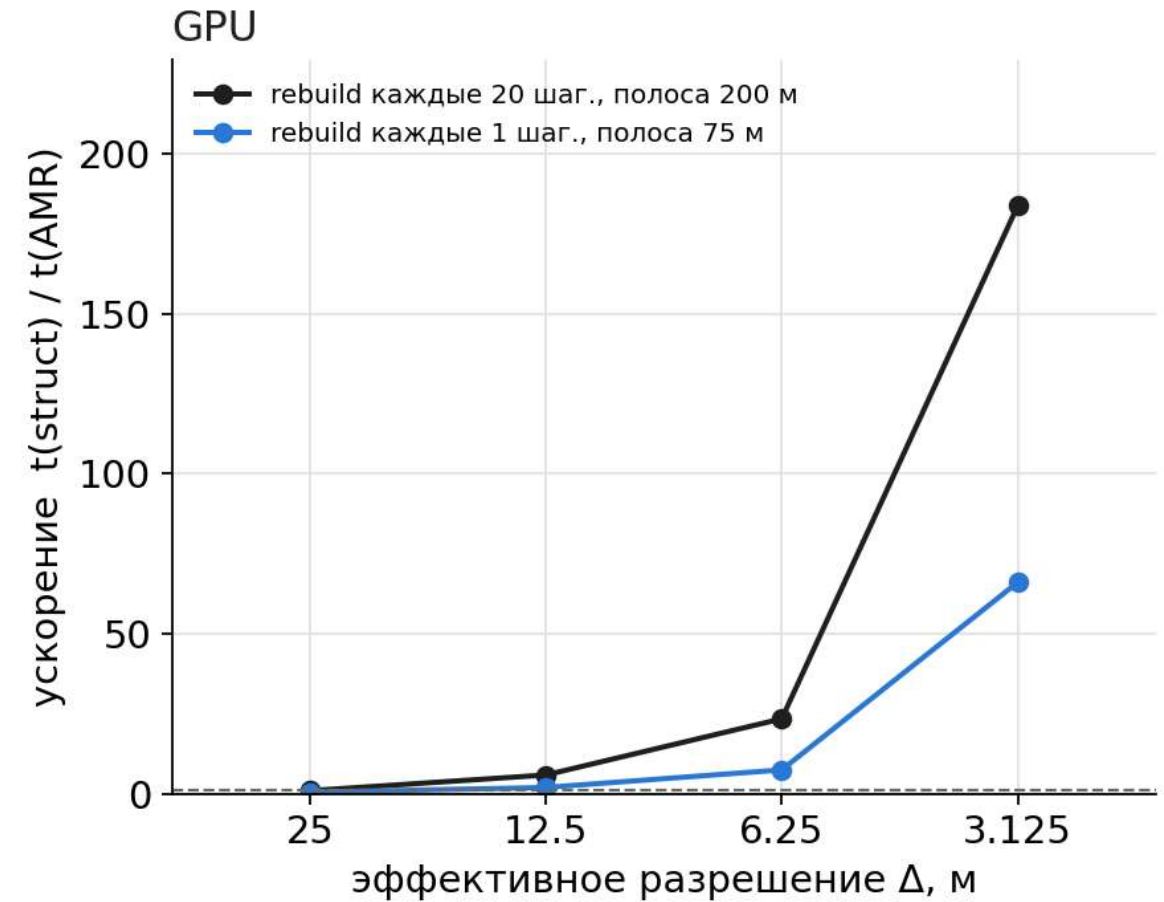
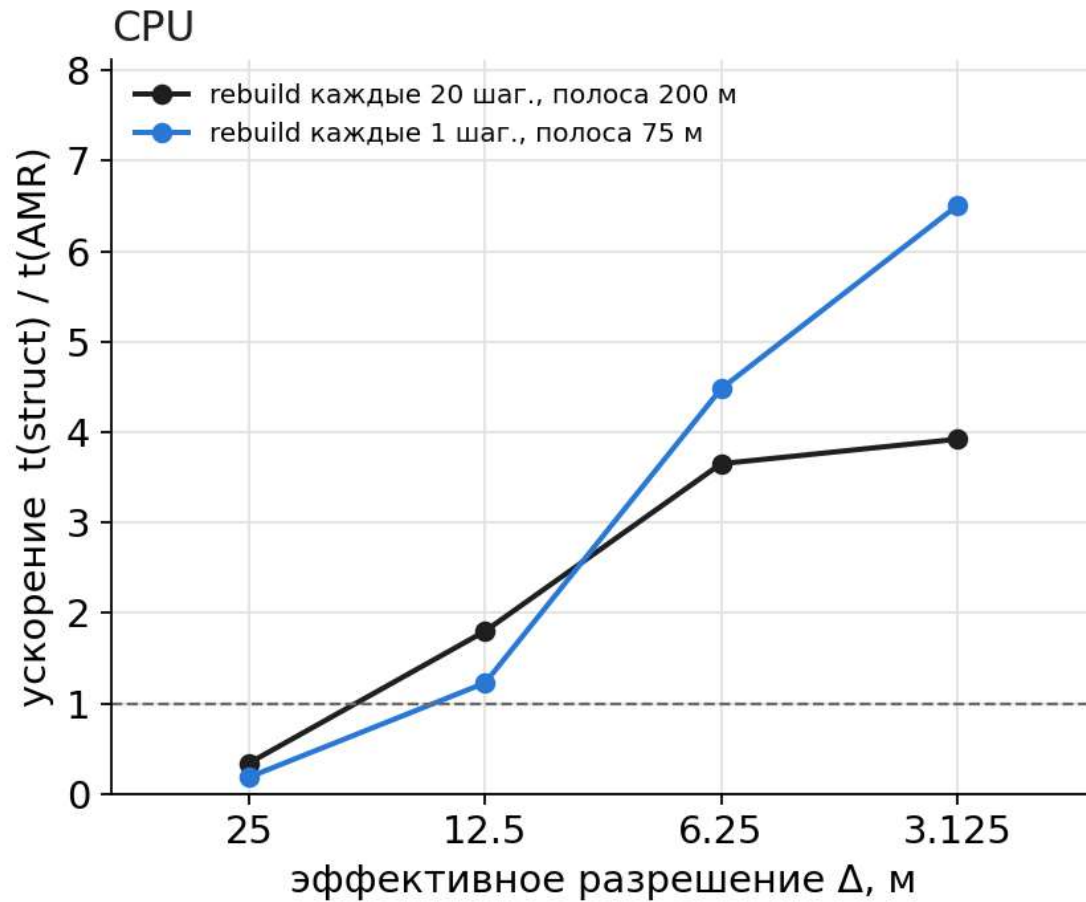


Рис. Ускорение расчетов на AMR в сравнении с структурированной сеткой.

Литература

- [1] Mandel J., Beezley J. D., Kochanski A. K. Coupled atmosphere-wildland fire modeling with WRF-Fire version 3.3 //Geoscientific Model Development Discussions. – 2011. – Т. 4. – №. 1. – С. 497-545.
- [2] Rothermel R. C. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. – Intermountain Forest & Range Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture, 1972. – Т. 115.

Спасибо за внимание!