



Институт вычислительного моделирования СО РАН¹ и КТН (Швеция)², СФУ³, ИФ СО РАН⁴



Прогнозирование формы резонансов Фано в диэлектрических метаповерхностях с помощью машинного обучения

Авторы: Герасимов В.С.¹, Ершов А.Е.¹,
Кимберг В.², Костюков А.С.³, Максимов Д.Н.⁴,
Молокеев М.С.⁴, Полютков С.П.³

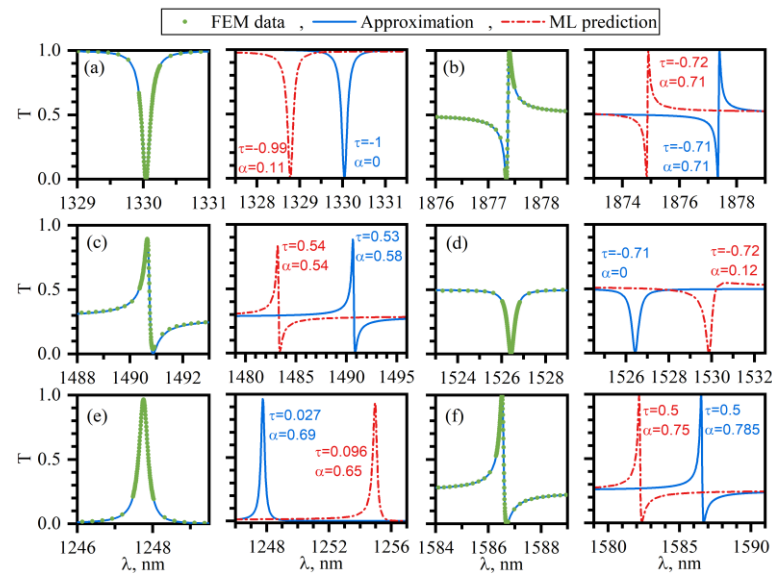


Рисунок: Резонансы Фано, индуцированные симметрично-защищенными ССК в диэлектрических решетках. Зеленые кружки — расчетные данные, сплошными синими линиями — аналитическая аппроксимация, штрих-пунктирные красные линии — предсказания метода случайного леса.

Разработан новый метод на основе машинного обучения, позволяющий с высокой точностью предсказывать форму особых оптических резонансов (резонансов Фано) в микроскопических диэлектрических решетках. Показано, что сложную форму резонансов можно описать всего пятью параметрами. Для их прогноза по геометрии и свойствам материала была успешно применена модель — метод случайного леса (Random Forest).

Точность предложенного метода не уступает классическим вычислительным подходам, но при этом позволяет мгновенно получить результат без трудоемких и долгих расчетов. Это открывает путь к быстрому и точному проектированию наноструктур с заданными оптическими свойствами.

Gerasimov, V. S., Kostyukov, A. S., Ershov, A. E., Maksimov, D. N., Kimberg, V., Molokeyev, M. S., & Polyutov, S. P. (2025). Machine learning method for predicting line-shapes of Fano resonances induced by bound states in the continuum. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-16192-1> (IF 3.8, Q1)



Математическое моделирование сверхбыстрых разрывов в земной коре

Авторы: Садовский В.М.¹, Гузев М.А.², Садовская О.В.¹

Разработана математическая модель для анализа динамики сдвиговых разрывов, распространяющихся в предварительно напряжённой упругой среде. На её основе исследованы три режима стационарного движения: дозвуковой, трансзвуковой и сверхсейсмический. Впервые определена скорость трансзвукового движения, при котором энерговыделение на линии разрыва максимально (рис. 1). Численные расчёты в нестационарной постановке (рис. 2) подтвердили возможность перехода от дозвукового к трансзвуковому режиму через запрещённую зону поглощения энергии. Результаты анализа согласуются с имеющимися в литературе результатами обработки сейсмических данных катастрофического землетрясения в Турции (Кахраманмараш, 06.02.2023).

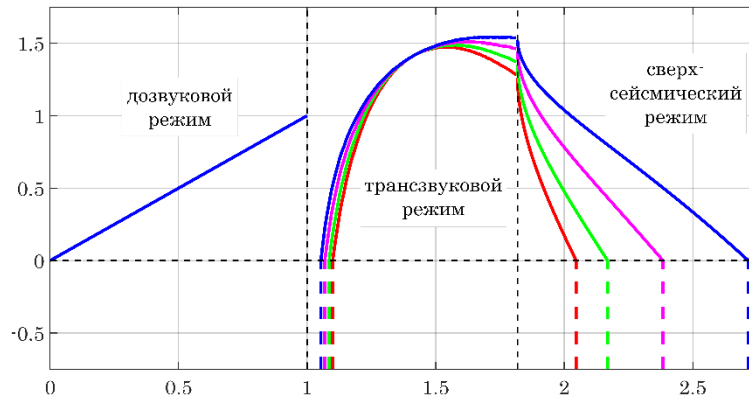


Рисунок 1: Зависимость мощности энерговыделения по условной шкале от скорости разрыва, отнесённой к скорости поперечных упругих волн, с запрещёнными зонами ниже нулевой отметки, в которых продвижение разрыва невозможно без поглощения дополнительной энергии. Варьируется длина линии разрыва: 10 м – красный, 12 м – зелёный, 15 м – фиолетовый, 19 м – синий цвет.

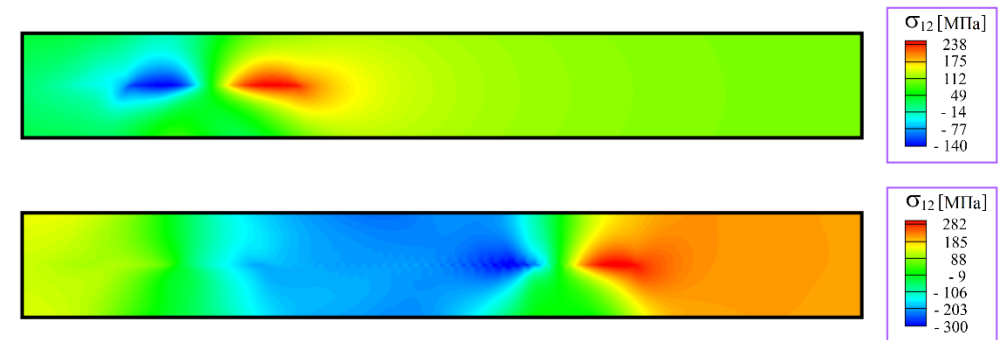


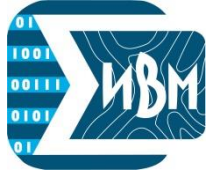
Рисунок 2: Распределение касательного напряжения в протяжённом массиве горных пород при страгивании разрыва с дозвуковой скоростью (сверху) и при разгоне до трансзвуковой скорости (снизу). Рост амплитуды напряжения указывает на возможность перехода через запрещённую зону стационарного движения, показанную на рис. 1, за счёт энергии внешнего воздействия.

Садовский В.М., Гузев М.А., Садовская О.В. Анализ энерговыделения трещин сдвига в земной коре на основе модели бегущей дислокации // ДАН. 2026. Т. 527. Принята в печать.

Садовский В.М., Садовская О.В. Задача о краевой дислокации, бегущей со сверхсейсмической скоростью // СибЖИМ. 2025. Т. 28. № 1. С. 67–79.

Садовский В.М., Садовская О.В. Задача о краевой дислокации, бегущей с трансзвуковой скоростью // Физ. мезомех. 2025. Т. 28. № 4. С. 5–20.

Садовский В.М., Садовская О.В. Задача о бегущей краевой дислокации // ПМТФ. 2025. Т. 66. № 1. С. 163–173.



Дистанционное зондирование и аналитическое моделирование температурного режима реки Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС

Авторы: Матушко А.К.,
Шапарев Н.Я., Якубайлик О.Э.

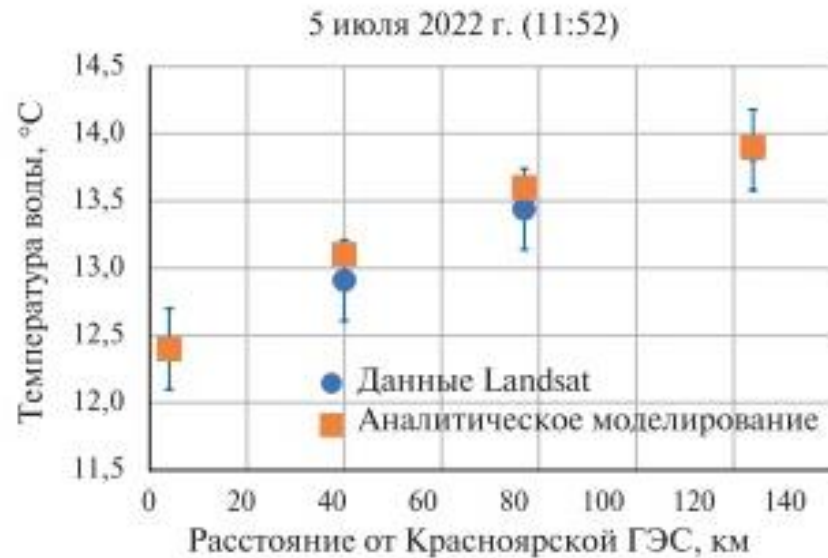


Рисунок: Температура воды, определяемая методом ДЗЗ и аналитическим моделированием:

а, б — $Q = 2100 \text{ м}^3/\text{с}$; в — $Q = 2800 \text{ м}^3/\text{с}$; г — $Q = 3100 \text{ м}^3/\text{с}$

Разработан и апробирован на практике комплексный подход к оценке температурного режима р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС, основанный на интеграции данных дистанционного зондирования Земли и аналитического моделирования. Показано, что использование спутниковых данных Landsat 8/9 L2SP по температуре поверхности в сочетании с физически обоснованной аналитической моделью гидротермического режима реки, учитывающей солнечную и тепловую радиацию, конвективный теплообмен и испарение, позволяет преодолеть ограничения традиционной сети гидропостов и обеспечивает репрезентативные данные о пространственно-временном распределении температуры воды с точностью, сопоставимой с наземными измерениями.