

## Оценка возможностей определения механических и фильтрационных свойств геосреды по сейсмoeлектрическим полям электрокинетической природы

А.О. Плисс<sup>1</sup>, М.Б. Гохберг<sup>2</sup>, Д.А. Алексеев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (МФТИ), pliss.ao@phystech.edu

<sup>2</sup>Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, alexeevgeo@gmail.com

---

### АННОТАЦИЯ

Выполнены численное моделирование и анализ сейсмoeлектрических (СЭ) полей, возникающих в пористой флюидонасыщенной геологической среде при механическом воздействии. Рассмотрены модели СЭ полей, отвечающих различным видам деформирования, включая приливы в твердой земле, воздействие импульсного сейсмического источника, распространение относительно сильных поверхностных волн Рэлея от далеких землетрясений. С использованием подготовленных моделей и программного обеспечения COMSOL Multiphysics, предложена общая схема моделирования сейсмoeлектрических процессов, предполагающая решение трех связанных друг с другом задач математической физики: уравнения движения изотропной упругой среды, уравнения Френкеля для пороупругой среды Био, а также уравнений Максвелла в квазистационарном приближении. Связь указанных задач между собой осуществлялась путем подстановки в правую часть уравнения Френкеля объемной деформации, получаемой из первой задачи, и последующего включения стороннего тока, рассчитываемого в рамках уравнения Гельмгольца-Смолуховского по поровому давлению в правую часть первого уравнения Максвелла. Также получено аналитическое решение для СЭ поля, сопровождающего распространение сейсмической волны Рэлея. Показано, что решение может быть записано в виде суммы двух волн, первая из которых преобладает в самом приповерхностном слое и быстро затухает с глубиной, и обладает сильной зависимостью от коэффициента проницаемости, а вторая охватывает существенно больший интервал глубин и связана с распространением продольной составляющей волны Рэлея. На основе анализа полученных численных и аналитических решений в относительно простых моделях среды выявлены закономерности поведения СЭ поля и сделана попытка оценить возможности использования того или иного вида СЭ сигнала для определения петрофизических свойств среды (прежде всего, проницаемости), в том числе путем решения количественной обратной задачи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 20-05-00691.

**Ключевые слова:** сейсмoeлектрические поля, пороупругая среда Био, электрокинетический эффект, волна Рэлея, численное моделирование

---