

KINETIC ROUGHENING IN TURBULENT ENVIRONMENT: SPATIALLY QUENCHED KARDAR–PARISI–ZHANG MODEL AND NAVIER–STOKES EQUATION

N. V. Antonov^{1,2,*}, *N. M. Gulitskiy*^{1,2,**}, *P. I. Kakin*^{1,***},
M. A. Reiter^{1,****}

¹ Department of Physics, Saint Petersburg State University,
Saint Petersburg, Russia

² Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

Using field-theoretic renormalization group analysis, we study the Kardar–Parisi–Zhang equation of random surface growth with a spatially quenched random noise taking into account turbulent environment described by the Navier–Stokes equation. The latter is taken in the form that allows us to model both macroscopic shaking of the fluid and fully turbulent flow. After establishing multiplicative renormalizability of the constructed action functional with additional non-linearity, we perform one-loop calculations (to the leading order in $\varepsilon = 4 - d$ and y , where d is the space dimension) and find three sets of renormalization group equations' fixed points: Gaussian fixed point (regime of ordinary diffusion), a curve of fixed points (macroscopic shaking) with infrared attractive segment, and a surface of fixed points for a special case $\varepsilon = y$ that also involves an infrared attractive area. We also investigate marginal values of the coupling constants to look for “hidden” fixed points.

С помощью теоретико-полевого ренормгруппового анализа исследуется уравнение случайного роста поверхности Кардара–Паризи–Занга с «пространственно-замороженным» случайным шумом при учете турбулентной среды, описываемой уравнением Навье–Стокса. Последнее берется в форме, позволяющей моделировать как макроскопическое взбалтывание жидкости, так и полностью турбулентный поток. С установкой мультипликативной перенормируемости построенного функционала действия с дополнительной нелинейностью проводится однопетлевой расчет (до ведущего порядка по $\varepsilon = 4 - d$ и y , где d — размерность пространства) и находятся три набора неподвижных точек уравнений ренормгруппы: гауссова неподвижная точка (режим обычной диффузии), кривая неподвижных точек (макроскопическое взбалтывание) с инфракрасно-притягивающим участком и поверхность неподвижных точек для особого случая $\varepsilon = y$, на которой

* E-mail: n.antonov@spbu.ru

** E-mail: n.gulitskiy@spbu.ru

*** E-mail: p.kakin@spbu.ru

**** E-mail: mikh.reiter@gmail.com

также присутствует инфракрасно-притягивающая область. Также исследуются предельные значения констант связи для поиска «скрытых» неподвижных точек.

PACS: 05.10.Cc; 05.70.Fh