Двумерные нестационарные контрастные структуры в случае слабой адвекции и в случае нормальной адвекции.

Быков А.А.1

1) МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра математики, e-mail: abkovmsu@mail.ru

Дано описание эволюции фронта двумерной контрастной структуры, возникающей как результат решения задачи реакции-адвекции-диффузии (РАД) с малым параметром при старших производных в неоднородной среде. Фронт контрастной структуры (КС) формируется совместным действием дрейфа дисбаланса, кривизны и адвекции. Найдена скорость дрейфа дисбаланса, градиентного дрейфа, дрейфа кривизны. Рассматривается случай сильной адвекции, для которого скорости дрейфа дисбаланса и адвекции имеют один порядок величины. Показано, что дрейф линии внутреннего переходного слоя (ВПС) описывается модифицированным уравнением Гамильтона-Якоби с анизотропной скоростью, которая вычисляется векторным суммированием скорости дрейфа дисбаланса и скорости адвекции. Показано, что в стационарном состоянии линия переходного слоя в нулевом порядке асимптотического разложения может иметь излом, который сглаживается в первом порядке за счет дрейфа кривизны. Уравнение с двумя пространственными координатами будет записано в подвижной системе координат, одно направление параллельно линии ВПС, другое перпендикулярно линии ВПС. В направлении нормали к ВПС получится одномерное по пространству уравнение РАД с дополнительным слагаемым следующего порядка степени малого параметра, включающим производные в направлении линии слоя. Уравнения нулевого приближения нелинейные, математически их можно описать как необходимые условия существования решения нелинейной краевой задачи для нелинейного уравнения второго порядка с граничными условиями, которые описывают поведение решения на бесконечности. Уравнение в вариациях в окрестности уровня насыщения будет линейным второго порядка, его решение есть сумма двух экспоненциальных функций, растущей и убывающей. Условие отсутствия экспоненциально растущей компоненты на правой и левой бесконечностях можно записать в таком же виде, как записываются условия излучения в электродинамике, т.е. в виде условий третьего рода, коэффициенты которых зависят от ФПИ. Спектральным параметром будет в данном случае скорость перемещения (дрейфа) ВПС или координата, в которой располагается неподвижный ВПС. Особенностью нашей модели будет то, что спектральный параметр входит как в уравнение, так и в граничные условия. Последующие приближения будут строиться как решения краевых задач для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, каждое уравнение будет уравнением в вариациях для нелинейного уравнения нулевого приближения. Так как нас интересуют прежде всего физические приложения, мы ограничимся построением нулевого приближения и обоснованием существования решения, основанным на теории дифференциальных неравенств.

Приводятся численные результаты, демонстрирующие поведение фронта КС в области (а) с константным полем функции дисбаланса, (б) в градиентной среде с областями максимума скорости дрейфа дисбаланса, (в) которая больше скорости адвекции и (г) меньше скорости адвекции. Продемонстрирована возможность появления островов КС, а также бесконечно протяженных КС с ограниченным и с неограниченным поперечным сечением.