

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ В ЗАДАЧАХ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

В курсе общей физики имеется достаточно большое число задач, в которых интервалы изменения соответствующих параметров таковы, что рассматриваемый процесс становится неустойчивым и требуется переход к новому описанию. Хорошо известными примерами такого рода в механике являются китайский волчок и перевернутый маятник с осциллирующей точкой подвеса, и для таких ситуаций в механике разработаны адаптированные к уровню знаний студентов младших курсов методы анализа. Значительно хуже обстоят дела с анализом подобных ситуаций в термодинамике и электродинамике. Например, анализ неустойчивостей, возникающих при изотермическом нагнетании воздуха в вертикальный цилиндр в объем, ограниченный ртутью, доходящей до верхнего края, был проведен лишь недавно. Одним из путей разработки адаптивных вариантов анализа неустойчивостей является такое расширение математической модели путем учета дополнительных факторов, при котором неустойчивости оказываются подавленными, с последующим анализом предельного перехода к упрощенной ситуации и при само собой разумеющемся учете хорошо известных математических особенностей этого перехода.

В работе рассматривается задача о состоянии газа в цилиндрическом горизонтальном сосуде с подвижным поршнем, в котором проводящие дно и поршень присоединены к источнику с напряжением  $U$ . Условие равнове-

сия и уравнение состояния дают систему  $PSl = \nu RT$ ,  $P = \frac{\varepsilon_0 U^2}{2l^2}$  ( $l$  -

расстояние между дном и поршнем), из которой следует неустойчивость рассматриваемого состояния. Если учесть, однако, динамику процесса установления равновесия, описываемую в квазистатическом приближении системой уравнений

$$m\ddot{x} = PS - \frac{q^2}{2\varepsilon_0 S}, \quad PSx = \nu RT, \quad R\dot{q} + \frac{qx}{\varepsilon_0 S} - U = 0,$$

где  $x$  - расстояние между дном и поршнем, равновесие оказывается устойчивым, что позволяет исследовать предельный переход  $R \rightarrow 0$ , приводящий к уравнениям, описывающим статическую ситуацию. Описание процесса релаксации может быть дано в терминах пространств Каватути, что особенно полезно для понимания энергетических соотношений в описываемой ситуации.