

ГИДРОСТАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СРЕД – МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ОКЕАНЕ

Ингель Л. Х., Калашник М.В.

ГУ НПО «Тайфун», 249038 г.Обнинск Калужской обл, пр.Ленина, 82,
тел./факс (08439)66735, e-mail: lingel@obninsk.com

In gravity field, the greatly common hydrothermodynamic properties of the stratified binary fluids (for example, salt marine water) can differ substantively from properties of "usual" fluids stratified on the only substance (temperature). Owing to existing of specific conservation laws, for example, the formation of "tracks" (long-living horizontal thermal inhomogeneities) is conceivable. In such media, the temperature disturbances can intensify, in spite of the stable density stratification.

В работе теоретически показано, что в океане, стратифицированном как по температуре, так и по солености возможно формирование "следов" - долгоживущих горизонтальных термических и соленостных неоднородностей.

Как известно, при механическом равновесии жидкости в поле силы тяжести "распределение давления, плотности и температуры зависит только от высоты. Если же, например, температура различна в различных местах жидкости на одной и той же высоте, то механическое равновесие в ней невозможно" (Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986, с.21). Это обстоятельство очень важно, в частности, для динамики океана. Согласно приведенному утверждению, горизонтальные температурные неоднородности в океане должны приводить к возникновению волновых движений, которые с течением времени рассеиваются в пространстве и сглаживают упомянутые неоднородности. Соответствующий процесс в геофизической гидродинамике называют гидростатическим приспособлением (адаптацией).

В настоящей работе обращается внимание на то, что в двухкомпонентных средах, стратифицированных как по температуре, так и по концентрации примеси (например, в соленой морской воде) указанное положение может существенно нарушаться. Выполнен линейный анализ процесса гидростатического приспособления, который показал, что весьма общие гидротермодинамические свойства стратифицированных двухкомпонентных сред могут существенно отличаться от обычно рассматриваемых жидкостей, стратифицированных только по одной субстанции (температуре). Термодинамические "следы" в бинарных смесях могут сохраняться до тех пор, пока не диссипируют вследствие теплопроводности и диффузии (процессов, обычно медленных по сравнению с гидростатическим приспособлением в поле силы тяжести).

Попутно обращается внимание и на некоторые другие нетривиальные свойства подобных сред. Например, температурные возмущения в устойчиво стратифицированных средах могут усиливаться (вместо очевидного, казалось бы, затухания). В процессе гидростатического приспособления температурные возмущения могут менять знак, например, в ответ на первоначальный нагрев в итоге может формироваться холодный "след". В идеальных жидкостях в принципе возможно неограниченное по времени существование и даже генерация горизонтальных скачков температуры.

Подобные эффекты связаны с наличием в двухкомпонентных средах специфических лагранжевых законов сохранения, а также с возможностью сочетания в таких средах следующих условий:

- неустойчивая температурная стратификация при устойчивой стратификации плотности;
- сильная (как устойчивая, так и неустойчивая) температурная стратификация при слабой стратификации плотности;
- интенсивные вертикальные движения при сильной устойчивой температурной стратификации и связанный с этим интенсивный вертикальный перенос тепла.

В более краткой формулировке, новые эффекты в большой степени связаны с тем, что устойчивость стратификации определяется вертикальным градиентом плотности, в то время как вертикальные потоки тепла - вертикальным градиентом температуры. В двухкомпонентной среде эти градиенты не связаны однозначно, что и делает возможным ряд нетривиальных эффектов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 04-05-64027) и МНТЦ (проект G-1217).