

Механизм вертикального переноса стратифицированной турбулентности, обнаруживаемый дистанционными методами

Карл Гибсон, Норрис Килер, Валерий Бондур

Обнаружение механизма прерывистого вертикального переноса информации и внутренних волн, которые перемешивают океан, атмосферу, планеты и звезды, по спутниковым и корабельным данным

Астронавты заметили, что могут наблюдать с космической платформы рельеф дна океана на больших глубинах и внутренние волны (рис. 1), но им не поверили, так как не были известны физические механизмы дистанционного зондирования через километры непрозрачной воды. Механизм переноса информации является характерным для всех крупных стратифицированных прерывисто турбулентных тел природной жидкости^[1-8]. Он влияет на вертикальный (радиальный) перенос тепла, массы, момента и энергии. Этот механизм касается турбулентности¹, реликтовой турбулентности² и нелинейных внутренних волн³. Для проверки утверждения российских ученых о том, что они могут обнаруживать с помощью спутников заглубленную турбулентность, внутренние волны, глубину и рельеф дна, были проведены три серии океанографических экспериментов.

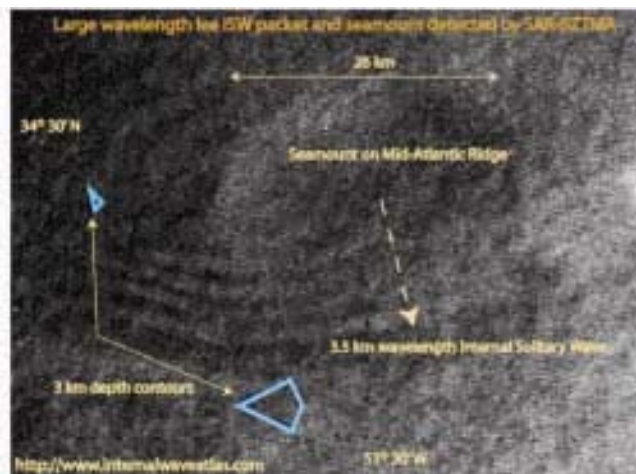


Рис. 1. Вид из космоса подводной горы и внутренних приливных волн. Как передается такая информация?

В экспериментах RASP (2002, 2003, 2004 гг.) исследовался турбулентный сброс сточных вод г. Гонолулу с о.Санд, во время спутниковых наблюдений был проведен полный комплекс подспутниковых измерений. Силы плавучести останавливают сточные воды на глубине 50 м, таким образом предотвращается загрязнение поверхностных вод и побережья. Следует отметить, что участки реликтовой и зомби турбулентности⁴ сброса могут доминировать в перемешивании в бухте Мамала на расстояниях более 20 км на площади, превышающей 200 км².

Механизм

На рис. 2 приведены данные, полученные в ходе эксперимента RASP, методы их получения и анализа. Длины волн яркостных аномалий предполагают наличие масштаба Озмидова при фоссилизации вследствие сильных турбулентных событий и почти вертикального излучения узких пространственно-частотных пакетов волн реликтовой турбулентности. Обнаруженные из космоса длины волн (40-160 м) подтверждались данными измерений внутренних волн с помощью термогирлянд и

¹ Турбулентность – вихреобразное состояние движения жидкости, когда инерционно вихревые силы $\bar{\mathbf{v}}\mathbf{\omega}$ отдельных вихрей больше, чем любые другие силы, стремящиеся их ослабить, где $\bar{\mathbf{v}}$ - скорость, а $\bar{\mathbf{\omega}}$ - вихреобразование. Таким образом, турбулентность всегда развивается каскадно от малых масштабов к крупным.

² Реликтовая турбулентность определяется как возмущение в любом гидрофизическом поле, вызванное турбулентностью, которая сохраняется после того, как жидкость перестает быть турбулентной в масштабе возмущения

³ Когда активная турбулентность изменяется каскадно (масштаб Озмидова) до размера по вертикали, максимального при плавучести $L_R = (\varepsilon / N^3)^{1/2}$, она фоссилируется, а турбулентная кинетическая энергия излучается почти вертикально в виде волн реликтовой и зомби турбулентности.

⁴ Турбулентность зомби образуется, когда градиенты плотности участков реликтовой турбулентности отклоняются внутренними волнами, и при $(\nabla\rho \times \nabla\rho) / \rho^2$ происходит вихреобразование

поверхностных волновых датчиков. С помощью горизонтально буксируемых и вертикально опускаемых микроструктурных датчиков были получены данные коэффициентов вязкой и температурной диссипации и гидродинамического состояния участков. Были обнаружены прерывистые каналы перемешивания. Механизм вертикального переноса называется «Механизм воздействия лазера направленной турбулентности зомби» (BZTMA), он действует в прерывистых каналах перемешивания. Участки реликтовой турбулентности сброса дрейфуют от своего источника вместе с окружающим течением, поглощают энергию волн реликтовой турбулентности, генерируемой рельефом дна, и формируют зомби турбулентности и волны зомби турбулентности в действии эффективного лазера, которое перемещает информацию от донного волнения на поверхность, где волны зомби турбулентности (ZTWS) разрушаются, что и позволяет их обнаружить. Вертикальные каналы волн зомби турбулентности (ZTW) следуют по траектории предыдущих ZTW также, как вспышка молнии следует по ионизированной траектории предыдущей вспышки. Механизм BZTMA дополняет универсальную теорию подобия Колмогорова и скалярное перемешивание. Следовательно, он является характерным для природных жидкостей, таких как океан, атмосфера, планеты и звезды.

Значение для астрофизики

Применение современной механики жидкостей к астрофизике^[8] показывает темную материю галактик как планеты из замороженного газа (PFG) первичных частиц с массой в тридцать миллионов раз больше массы Земли для каждой звезды в прото-глобулярных сгустках звездной массы, но для объяснения, почему звезды формируются и умирают по разному и почему нет необходимости верить в темную энергию, требуется механизм BZTMA. На рис. 3 показаны спектры электронной плотности Колмогорова-Корзина-Обухова в масштабе от земного до прото-глобулярно-кластерного, когда планетарная атмосфера испаряется близкой сверхновой (II) и рождающимися в результате пульсарами. Поэтому должно происходить сильное BZTMA-перемешивание вследствие планетной аккреции. В противном случае углеродные ядра звезд не будут перемешиваться и давать сверхновые класса Ia.

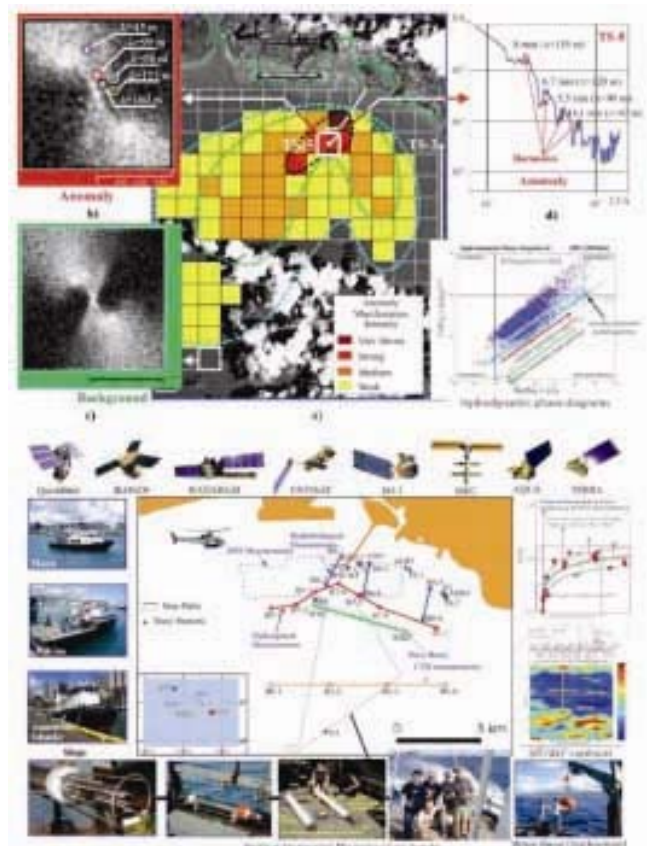


Рис. 2. Аномалии яркости морской поверхности, обнаруженные⁷ (вверху) путем сопоставления 2D спектров вблизи сброса (красный) и фоновых областей (зеленый). Соответствующие длины внутренних волн (красный) позволяют предположить, что волны реликтовой турбулентности излучаются со дна. Основные результаты RASP, касающиеся микроструктуры, показаны внизу, также приведено обобщение кораблей, спутников, микроструктурных датчиков, платформ и профилей.

Выводы

Стратифицированное турбулентное перемешивание в природных жидкостях происходит, в основном, под действием мощных событий турбулентности в вертикальной толще, которые фоссилизируются и почти вертикально излучают нелинейные внутренние волны. Вследствие такого перемешивания формируются участки реликтовой турбулентности, вторичные события турбулентности зомби, каналы перемешивания и происходит перенос информации к поверхности посредством механизма BZTMA. Этим объясняется, почему подводные горы на большой глубине и внутренние волны (рис. 1) могут быть видны и почему для физической океанографии типичны большие погрешности вследствие недостаточности выборки, когда пренебрегаются реликтовая турбулентность и волны реликтовой турбулентности.

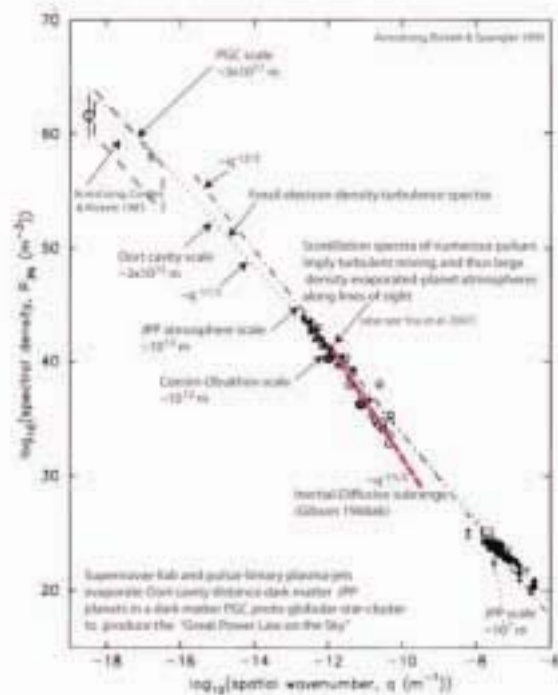


Рис. 3. Применение теории перемешивания ВЗТМА для осмысления спектров флуктуации электронной плотности пульсаров и формирования звезд из планет. Юпитерианские планеты из первичных частиц заключают в себе барионную темную материю всех галактик и образуют турбулентные атмосферы при испарении путем излучения от быстро вращающихся белых карликов и нейтронных звезд.

Информация об авторах

Проф. Карл Гибсон является преподавателем UCSD (MAE и SIO), членом Центра астрофизических и космических наук. Он специализируется на изучении турбулентности, реликтовой турбулентности, турбулентного перемешивания, процессов турбулентного переноса в океане, атмосфере, планетах, звездах, космологии. С Н.Килером и В.Бондуром он участвовал в экспериментах по подтверждению утверждения российских ученых о том, что заглубленная турбулентность может быть обнаружена дистанционно с помощью спутников. Сообщения об успешных экспериментах RASP в 2002, 2003 и 2004 гг. опубликованы на конференции SPIE (CORS 6680)/ Scripps Institution of Oceanog. Dept., University of Cal. San Diego, La Jolla CA 92093-0411 USA, 858 534-3184. cgibson@ucsd.edu,

Др. Норрис Килер возглавлял Физический отдел Ливерморской лаборатории, являлся президентом International High Pressure Society, директором отдела по оборудованию для ВМФ США, в настоящее время является директором DTI. Он был инициатором экспериментов по подтверждению утверждения российских ученых о том, что заглубленная турбулентность может быть обнаружена дистанционно с помощью спутников. Является автором многих статей.

Проф. Валерий Бондур возглавляет большую группу российских ученых в области дистанционного определения геофизических параметров. Он является членом Российской академии наук и Президентом Международной академии наук Евразии. Он принимал участие в подготовке и осуществлении международной программы RASP в 2002, 2003 и 2004 гг., о котором сообщалось в вып. 6680. трудов SPIE (август 2007). Научный центр аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос», Москва, Россия, vgbondur@online.ru.

Литература

- Gibson, C.H., Bondur, V.G., Keeler, R.N., Leung, P.T., Prandke, H., & Vithanage, D. 2007. Submerged turbulence detection with optical satellites, Proc. of SPIE, Coastal Remote Sensing, Aug. 26-27, edited by R. J. Frouin, Z. Lee, Vol. 6680, 6680X1-8. doi: 10.1117/12.732257
- Gibson, C. H. 1991. Kolmogorov similarity hypotheses for scalar fields: sampling intermittent turbulent mixing in the ocean and Galaxy, Proc. Roy. Soc. Lond. 434, 149-164 (astro-ph/9904269)
- Gibson, C.H. 1986. Internal waves, fossil turbulence, and composite ocean microstructure spectra, J. Fluid Mech., 168, 89-117.
- Keeler, R. N., Bondur, V. G., and Gibson, C. H. 2005. Optical satellite imagery detection of internal wave effects from a submerged turbulent outfall in the stratified ocean, Geophys. Res. Lett., 32, L12610, doi:10.1029/2005GL022390.
- Gibson, C.H., Bondur, V.G., Keeler, R.N. & Leung, P.T. 2006. Remote sensing of submerged oceanic turbulence and fossil turbulence, Int. J. Dyn. Fluids., Vol. 2, No. 2, pp. 111-135.
- Gibson, C.H., Bondur, V.G., Keeler, R.N. & Leung, P.T. 2008. Energetics of the beamed zombie turbulence maser action mechanism for remote detection of submerged oceanic turbulence, J. Appl. Fluid Mech., Vol. 1, No. 1, pp. 11-42.
- Bondur V.G., Complex satellite monitoring of coastal water areas 2005. 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment. ISRSE June 20-24, St. Petersburg, Russian Federation.
- Gibson, C. H. & Schild, R. E. 2007. Interpretation of the Helix planetary nebula using hydro-gravitational-dynamics: planets and dark energy, astro-ph/0701474.