

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ОКЕАНОГРАФИИ

А.А. Кутало

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
akutalo38@mail.ru

Введение

В Гидрометеорологической службе Российской Федерации накоплен опыт подготовки режимных справочных пособий и синоптического прогнозирования устойчивых, своего рода эталонных состояний природных процессов и явлений. Этот опыт можно рассматривать как исходный этап в направлении выделения, ранжирования и *стандартизации* значимых параметров состояния природной среды. Развитие такого направления видится через *«паспортизацию»* природных объектов.

Особого внимания требуют опасные природные явления и катастрофы, усугубляемые антропогенным влиянием. Экономический ущерб от них достиг уровня, сопоставимого с суммарным валовым внутренним продуктом. Годовые потери мировой экономики возросли с \$10–20 млрд в год в 1950-х годах до \$70–80 млрд в год к настоящему [3]. В России в конце 80-х годов прошлого века они составляли 15,5–19,0 млрд рублей в год (в ценах 1990 г.).

Эффективное противостояние угрозам требует разработки соответствующих опорных научных представлений о среде обитания. Одно из направлений решения проблемы видится в разработках *стандартов природных объектов*. На этом пути необходимо достичь сбалансированности накопленных результатов и возможностей моделирования природных процессов и явлений с нуждами и целями рационального природопользования. Результаты стандартизации следует оформлять и рассматривать как *«паспорта»* природных объектов, отражающие накопленный уровень знаний и возможности природы быть ресурсом экономики.

Эффективное использование моделирования в решении проблемы «паспортизации» природных объектов предопределяет гармоничное сопряжение имеющихся возможностей географии, физики и математики. В первую очередь необходимы адекватные методологии и подходы к сопряжению уже выявленных структурных особенностей гидросферы и атмосферы (географическое моделирование), представлений об их физической природе (физическое моделирование) и возможностей математического моделирования. Актуальность сопряжения диктуется также и тем, что накопились разрывы и несоответствия

между требованиями задач природопользования и географическими, физическими и математическими представлениями о природных явлениях и процессах.

В решении проблемы гармоничного сопряжения естественно опираться на выявленные устойчивые особенности природных процессов и явлений. Такие особенности, как своего рода эталонные структурные формирования, значительно облегчат решение задач определения значимых параметров природной среды. Эффективность и перспективы такого подхода иллюстрирует опыт синоптического прогнозирования погоды на основе отслеживания циклонов и антициклонов как структурированных природных объектов атмосферы.

Мировой океан является самым емким звеном в природной системе планеты. Звеном, определяющим состояние атмосферы, гидросферы и литосферы. Океан также аккумулирует через атмосферу и водообмен с материками все последствия хозяйственной деятельности человека на земле. Этим диктуется необходимость адекватного отслеживания *критических* параметров состояния его вод, а следовательно, определяются и перспективы развития океанографии.

Устойчивые структуры в Мировом океане

В оценках перспектив развития океанографии и гидрометеорологии естественно исходить из нужд практики и установившихся научных представлений о природной среде как единой системы. Обозначим ряд опорных положений и ориентиров по решению проблемы структурирования и стандартизации природных объектов в океанографии. Будем опираться на экспериментальные факты и на имеющиеся трактовки их природы. Не претендуя на полноту охвата проблемы, можно выделить следующие наблюдаемые особенности вод Мирового океана.

1. *Устойчивость форм* вертикальных температурно-соленостных TS-кривых, а также их *соответствие* поверхностным TS-кривым на начало весенне-летнего прогрева вод. Устойчивость форм кривых позволяет структурно выделять однородные объемы вод, трактовать их как *«водные массы»* и картировать местоположение их границ как фронтальных разделов или зон.

Физическое и математическое моделирование этих природных феноменов практически отсутствует. Их трактовки в физическом и математическом моделировании не выходят за рамки концепций турбулентного смешения вод и соответствующих расчетов переноса тепла и солей. Особого внимания требуют задачи выявления физической природы феномена

«уплотнения вод при смешении» и оценок его роли в формировании полей плотности морских вод. Эти поля отражают градиентные течения и соответственно обуславливают структуру перераспределения вод всего Мирового океана.

2. **Климатические гидрологические фронты** как пограничные зоны, отделяющие верхние, тропосферные «теплые» воды океана, от глубинных, стратосферных «холодных». Границы фронтов на поверхности отражают области крупномасштабных, планетарных **циркуляционных систем** Мирового океана антициклонической и циклонической завихренности.

В физическом и математическом моделировании фронтов отсутствует ясность в соотношениях роли ветрового и теплового влияния на формирование этих природных структур. Как следствие, отсутствуют надежные оценки водообмена между океанами, переноса загрязняющих веществ и других жизненно важных параметров состояния гидросферы.

3. **Среднемасштабная** повсеместная перемежаемость гидрофизических характеристик всей толщи вод океанов и морей. Она проявляется, прежде всего, в циклическом, волновом характере изменчивости течений. Пространственная структура изменчивости имеет вид синоптических, разно направленных вихревых образований и сопутствующих им разделительных границ в виде гидрологических фронтальных зон. Скорости течений в этих зонах на порядок превышают осредненные среднемноголетние значения. Отсутствует ясность в понимании источников столь высокой энергетики среднемасштабной изменчивости.

Сложившиеся подходы физического и математического моделирования феномена среднемасштабной динамики вод не выходят за рамки гипотез гидродинамической неустойчивости струйных течений и концепции «синоптических вихрей» как проявлений нелинейных механизмов перераспределения кинетической энергии. Остаются открытыми первоисточники высокой энергетики «синоптических вихрей», особенно открытого океана, и причины их повсеместности.

Следует отметить, что высокая энергетика среднемасштабной изменчивости определяет «погоду» в толще вод и структуру переноса загрязняющих веществ, как значимых факторов, определяющих безопасность жизнедеятельности.

4. **Устойчивость «тонкой структуры»** вод, выделяемой по однородным прослойкам вертикальных распределений гидрофизических характеристик. В рамках принятых представлений об уровне интенсивности турбулентных механизмов смешения и перераспределения свойств этот наблюдаемый феномен удовлетворительно объяснить не

удается. Остаются открытыми физические аспекты природы этого феномена и его роли в формировании пространственной структуры градиентных течений. Устойчивость *«тонкой структуры»* вод можно рассматривать как свидетельство *ламинарного* режима течений и соответствующих горизонтальных перераспределений вод на большие расстояния по акваториям водоемов.

Обозначенные ориентиры видятся перспективной основой для сопряжения географического, физического и математического подходов в моделировании как отдельных природных явлений и процессов, так и в целях создания общей структурно-ранжированной топологической *модели* Мирового океана. Регламентирующим условием создания такой модели должно стать максимально возможное *отражение* в ней потенциала *накопленных знаний* о природной среде и нужд жизнеобеспечения. Выполнение этого положения позволит модели стать более надежной основой в конкретных задачах природопользования, прежде всего при отслеживании экстремальных и опасных природных явлений и процессов.

Этапы «паспортизации» природных объектов Мирового океана

Целесообразно начать работы по решению проблемы *«паспортизации»* природных объектов как необходимого условия формирования адекватных реальности опорных представлений о природной среде. На первом этапе представляется естественным провести обобщение всех *накопленных знаний* о природной среде в виде структурно-ранжированного представления системы *«атмосфера–гидросфера»*. Такое географо-экономическое обобщение накопленных знаний и опыта оперативного гидрометеорологического обеспечения явится основой для дальнейшего развития географического, физического и математического моделирования в задачах целостного представления природной среды планеты. Каркасом такого структурирования могут, например, стать представления о *планетарных* воздушных и водных массах. Их можно рассматривать как *базовые природные объекты*, определяющие фоновое состояние атмосферы и Мирового океана. Объекты, местоположение границ которых и стандартизованный, эталонный набор других устойчивых их характеристик определяют *значимые* параметры погоды и климата. О перспективности такого подхода свидетельствуют становление и успехи синоптического прогнозирования [6, 8].

Понятия о водных массах океана составили фундамент становления океанографии как науки. Водные массы морей можно рассматривать как связующие звенья Мирового океана с природными объектами материков через водосборы рек. Такой подход позволяет успешно

решать задачи оценок ранжированных антропогенных нагрузок через системы водосборов малых и больших рек, затем морей и океанов [7]. Структурно-фронтальное, эталонное представление вод позволяет реально подойти к решению задач определения эффективных параметров состояния вод гидросферы и значимых условий обитания гидробионтов [1, 2, 4, 5].

Ориентация на выявление и прикладное использование устойчивых факторов-параметров состояния природной среды, обобщенных в виде единой системы «Атмосфера-Гидросфера-Литосфера» видится необходимым условием развития наук о Земле в целях рационального природопользования.

Среднемасштабная структура вод океана

Наблюдаемая среднемасштабная, синоптическая изменчивость гидрофизических характеристик океана отражает и определяет «погоду» всей толщи его вод. Как уже отмечалось, она имеет динамическую природу и проявляется на фоне распределений устойчивых характеристик водных масс. Наблюдается как повсеместная перемежаемость циркуляционных структур разнонаправленной завихренности, формирующей зоны подъема вод и опускания. Такие структуры значимо проявляются в меандрировании и как волновые возмущения климатически устойчивых распределений гидрофизических характеристик вод, фронтов и границ между водными массами океана.

Для выявления среднемасштабных циркуляционных структур могут быть использованы карты температуры поверхности воды повышенного пространственного разрешения. Регулярный выпуск таких карт расширит круг задач гидрометеорологического обеспечения и послужит базовой основой развития методологии подготовки информации о значимых параметрах состояния всей толщи вод конкретных регионов океана.

Список использованных источников

1. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Сустова И.А., Хайлов К.М. Граничные поверхности и география океана // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1976. – № 3. – С. 25–35.
2. Грузинов В.М. Гидрологический фронт как естественная граница природных зон в океане // Труды ГОИН. – 1965. – Вып. 84. – С. 252–262.
3. Коришунов А.А. Опасные гидрометеорологические явления и их влияние на экономику России. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2007. – 56 с .

4. *Кутало А.А.* К изучению гидрометеорологических полей океана и атмосферы // Труды Гидрометцентра России. – 1996. – Вып. 329. – С. 58–66.
5. *Кутало А.А.* Местоположение полярного фронта Северной Атлантики как индикатор состояния вод океана. Структура вод и водные массы, АН СССР. МФ Географического общества СССР, Москва. – 1987. – С. 133–140.
6. *Погосян Х.П.* Очерки по истории развития синоптической метеорологии в СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 96 с.
7. *Фащук Д.Я.* Оценка антропогенной нагрузки на водосборы Черного и Азовского морей (географо-экологический подход) // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25. – № 6. – С. 694–711.
8. *Хригиан А.Х.* Очерки развития метеорологии. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1948. – 352 с.

Поступила в редакцию 15.04.2011