Библиографические ссылки

1. Sierd Cloetingh, Jörg Negendank: New Frontiers in Integrated Solid Earth Sciences, Springer Science + Business Media B. V., 2010. 424 p.
2. William Lowrie: Fundamentals of Geophysics, Second Edition, Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York. 2007. 393 p.
3. Jaeger J. C., Cook N. G. W., Zimmerman R. W. Fundamentals of Rock Mechanics, Fourth Edition, Blackwell Publishing, 2007. 489 p.

References

1. Sierd Cloetingh, Jörg Negendank: New Frontiers in Integrated Solid Earth Sciences, Springer Science+Business Media B.V., 2010, 424 p.
2. William Lowrie: Fundamentals of Geophysics, Second Edition, Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York., 2007, 393 p.
3. Jaeger J. C., Cook N. G.W., Zimmerman R.W.: Fundamentals of Rock Mechanics, Fourth Edition, Blackwell Publishing, 2007, 489 p.

© Искаков Б. А., Курманов Б. К., Бибосынов А. Ж., Асанкулов Н. А., 2013

УДК 528.8; 551.46

ГРАДИЕНТНЫЕ ПОЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

А. В. Картушинский[1,2]

[1] Сибирский федеральный университет
Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
[2]Институт биофизики СО РАН
Россия, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50. E-mail: kartalvas@rambler.ru

Рассматриваются возможности использования градиентных характеристик для интерпретации спутниковых данных с целью определения закономерностей формирования неоднородностей физических и биологических компонентов природной среды. Проанализирована статистическая связь между градиентами температуры и концентрации хлорофилла в различных районах Мирового океана с различными пространственно-временными масштабами усреднения. Представлена оценка корреляционной связи градиентных полей для устойчивых фронтальных зон в океане. Показаны закономерности пространственно-временной изменчивости градиентных полей в океане с использованием спутниковых данных по поверхностной температуре, солености и концентрации хлорофилла. Основным этапом исследования является оценка статистической связи между градиентами температуры и концентрации хлорофилла. Это позволяет предполагать совместное действие физических и биологических процессов в отдельных зонах океана.

Ключевые слова: поверхностные фронтальные зоны океана, корреляционная связь, гидрологические поля, биологическая продукция.

GRADIENT FIELDS TO INVESTIGATE EARTH SURFACE BASED ON SATELLITE DATA

A. V. Kartushinsky[1,2]

[1] Siberian Federal University
79, Svobodny prosp., Krasnoyarsk, 660041, Russia
[2]Institute of Biophysics SB RAS
50, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russia. E-mail: kartalvas@rambler.ru

To study the gradient parameters the satellite data are used to interpret biological and physical components in natural environment. Statistical relation of temperature and chlorophyll concentration gradients in various areas of the global ocean with various scales of space-time averaging is analyzed. Pair correlation of gradient fields for steady frontal zones is estimated. Space-time variability of gradient fields in the ocean is showing. The satellite data on surface temperature, salinity and chlorophyll concentrations are applied. The main stage of research is evaluation of statistical correlation between gradients of temperature and chlorophyll concentration, which suggests a combined effect of physical and biological processes in a certain ocean region.

Keywords: sea surface frontal zones, correlation, hydrological fields, biological production.

Выявление градиентных характеристик природных объектов лежит в плоскости получения расчетных данных, основанных на количественных показателях в видимом и инфракрасном диапазонах спутниковых измерений. Методологическая концепция, которая определена необходимостью расчета простран-

ственных градиентов измеренных характеристик поверхности Земли, вызвана необходимостью выявления зон с различной динамической активностью. В данном случае Мировой океан представляет собой динамическую систему, в которой формируются гидрофизические и гидробиологические структуры, образованные процессами различных пространственных и временных масштабов.

Океан является неравновесной системой, и динамические процессы в океане, существенно нелинейны. Одной из задач в данной области знаний является изучение процессов самоорганизации структуры океана. Океан – это самоорганизующаяся система, которая занимает большую часть территории нашей планеты и оказывает значительное влияние на формирование климата, что обусловлено характером взаимодействия между атмосферой и океаном.

Спутниковая информация помогает понять, какие пространственные и временные масштабы процессов в океане являются наиболее важными при изменении структуры океана. Так несколько факторов, действующих в один момент времени, могут усиливать или ослаблять циркуляцию в отдельных зонах. Благодаря инерционности океана могут формироваться зоны, со своей структурой вод существующие в течение длительного времени.

Сформированные гидрофизические процессы существенным образом влияют на гидробиологическую структуру отдельных акваторий океана. Основным биологическим показателем, определяемым на большой площади при помощи космических средств, является концентрация хлорофилла.

Формирующиеся на поверхности океана температурное поле, поле солености и поля концентрации хлорофилла, являются показателями поверхностной структуры океана. Для определения изменчивости структурной организации поверхностного слоя океана необходима количественная оценка изменений параметров в пространстве.

Главной целью работы является изучение изменчивости градиентных полей температуры, солености и концентрации хлорофилла. Также важной целью является выявление пространственно удаленных связей процессов самоорганизации в океане.

Абсолютные значения температуры и концентрации хлорофилла на поверхности океана анализируются достаточно давно, однако расчету градиентных характеристик уделяется недостаточно внимания. В качестве объекта исследования мы используем фронтальные зоны в океане, то есть зоны, в которых градиенты основных гидрофизических полей значительно отличаются от средних значений градиентов вне пределов данной зоны. Наиболее устойчивы градиентные зоны в тех районах водных объектов, где они связаны с устойчивыми системами течений, подъема вод или с определенными формами рельефа дна.

Характер распределения живых организмов в воде определяется не только зональными климатическими особенностями, но и формированием температурных фронтальных зон. Эти зоны образуются из-за взаимодействия различных структур течений, круговоротов и вихрей. Такого рода гидродинамические структуры влияют на изменение концентрации биогенных элементов и живых организмов в воде. Оценка их временной изменчивости на основе спутниковой информации дает возможность развивать методы математического моделирования.

В работе используются спутниковые средненедельные данные по температуре поверхности и концентрации хлорофилла SeaWiFS, CZCS, AVHRR, MODIS, которые скомпонованы для периода исследования с 1982 по 2011 год. Для исследования изменчивости градиентного поля солености используются данные климатического спутника Aquarius/SAC-D начиная с 2011 года.

Для определения изменчивости градиентных полей осуществляется усреднение по времени и пространству. Усредняя значения градиентов по времени, мы получаем среднемесячные, среднесезонные и среднегодовые градиенты. Усреднение по пространству дает возможность получить средние градиенты по площади. Это необходимо для изучения региональных особенностей структуры градиентных полей.

Переход от средненедельных значений абсолютных значений температуры к среднемесячным, среднесезонным и среднегодовым градиентным значениям температуры и хлорофилла позволяет фильтровать мелкомасштабные изменения параметров, что дает возможность оценить более крупную и устойчивую динамику процессов.

Для того чтобы получить информацию о статистической связи между региональными градиентными полями в соответствующих районах, где функционируют основные струйные течения, мы рассчитываем коэффициенты корреляции для фронтальных зон. Здесь мы выявляем наличие или отсутствие связи между процессами, происходящими в отдельных районах океана, в сравнении с показателями в соседних квадратах.

В качестве выводов можно отметить следующее:

– полученные данные о градиентных полях температуры говорят о том, что имеется циклическая изменчивость существования гидрологических фронтов, образованных струйными течениями;

– существует значительная корреляционная связь по температурным градиентам между различными сегментами в основных фронтальных зонах океана для месяцев, сезонов и годов;

– существует значительная корреляционная связь по градиентам концентрации хлорофилла между различными сегментами в основных фронтальных зонах океана для месяцев, сезонов и годов;

– существует статистическая связь между физическими (гидрологическими) и биологическими (продукционными) процессами как в региональном масштабе, так и в глобальном.

Таким образом, показана согласованность биологических и физических процессов в водных системах в пределах пространственно-временных границ влияния отдельных гидрофизических явлений и процессов.

© Картушинский А. В., 2013