

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ МОРЕЙ БАССЕЙНА АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

*В.И. Михайлов, Б.Б. Капочкин,
Н.В. Кучеренко, А.И. Дзюба*

Одесский государственный экологический
университет,
г. Одесса, ул. Львовская, 15
E-mail: tsb1@mail.ru

В результате сравнительного анализа изменения уровней Азовского, Черного, Мраморного, Эгейского, Средиземного морей и Атлантического океана в районе пролива Гибралтар показано, что изменения уровня Мирового океана не формирует тенденцию изменения уровня средиземных морей.

Постановка проблемы. На протяжении многих десятилетий стандартные измерения уровня Мирового океана производится на уровнемерных береговых постах. В последние 16 лет выполняются также измерения уровня Мирового океана с помощью спутниковой альтиметрии. Данные колебаний уровня моря на уровнемерных постах включают, как минимум, две трудно вычисляемые погрешности, которые определяются геодинамическими движениями самих футштоков и изменениями уровня, связанными с береговыми эффектами, не характерными для открытого моря. Спутниковая альтиметрия лишена этих ошибок.

Системы спутниковой альтиметрии включают в себя радар (для измерения высоты спутника над Земной поверхностью); систему слежения (для определения орбиты спутника в геоцентрической системе координат). Альтиметрическая система измеряет уровень Мирового океана относительно центра масс Земли в сфероидальной геоцентрической системе координат. Данные спутниковых альтиметров представляют собой набор измерений вдоль треков спутника, покрывающих поверхность Земли за 10 суток. Спутниковая альтиметрия может применяться в любых погодных условиях.

Рассмотрим известные причины изменения уровня Мирового океана. Изменения среднеглобальной температуры формирует перераспределение воды в системе гидросфера-криосфера. Её увеличение является причиной увеличения объема вод Мирового

океана и соответствующего повышение его уровня. По многим оценкам именно этот сценарий развивается в современную геологическую эпоху. В то же время, Международная океанографическая комиссия ЮНЕСКО опубликовала данные об опасных тенденциях увеличения кислотности вод Мирового океана, которое сопровождается растворением карбонатного материала донных отложений и, как следствие, увеличением емкости Мирового океана. Этот эффект формирует тенденцию снижения уровня Мирового океана.

Цели и задачи исследования. В настоящее время альтиметрические методы измерений уровня Мирового океана принято считать менее точными, по сравнению с береговыми измерениями. В связи с этим, они, как правило, не применяются для изучения региональных особенностей изменения уровня Мирового океана, а служат для оценки тенденций изменения среднеглобального уровня. Нами решалась задача оценки точности альтиметрических данных и их использование для оценки изменений уровня средиземноморских морей бассейна Атлантического океана.

Изложение основного материала. В качестве объекта исследования для оценки точности альтиметрических измерений были выбраны результаты альтиметрических измерений уровня моря в Одесском заливе Черного моря в 1992–2009 гг., где уровнемерные посты расположены наиболее часто. Были использованы результаты измерения уровня моря в пунктах Одесса-порт, порт Ильичевск, ГФЛ ОГЭКУ.

Исследованы расхождения измерения уровня моря спутниковыми и наземными методами при подекадном осреднении. Установлено, что при сравнении радарных измерений с наблюдениями в единичном береговом пункте, стандартная ошибка ряда отклонений контактных и дистанционных методов оценивается в 0,15 м. При сравнении спутниковых измерений с данными осреднения контактных измерений по трем пунктам наблюдений (дифференцированные по пространству быстрые вертикальные геодинамические движения с разными знаками взаимопоглощаются) – стандартная ошибка снижается в два раза до 0,08 м. Эти результаты дают основание для вывода о том, что площадные альтиметрические измерения более представительны по сравне-

нию с точечными береговыми измерениями, ведущимися относительно подвижной системы координат.

Анализ изменения соответствия радарных измерений контактными показал, что существующие расхождения нестационарные и их статистические характеристики меняются от одного временного промежутка к другому. Установлено, что с 1992 по 2001 гг. коэффициент корреляции между радарными и контактными измерениями уровня оценивался значением +0,66, а после 2002 года – +0,10. Учитывая то, что качество выполнения уровневых наблюдений не менялось, а спутниковых существенно выросло, в связи с запуском альтиметрических систем нового поколения, можно предположить, что резко возросшие расхождения между контактными и дистанционными методами обусловлены активизацией геодинамических движений как глобального, так и регионального масштабов. Такие эффекты подтверждаются фиксируемыми в последние годы изменениями направления смещения дна в Одесском заливе от опускания к вздыманию.

В таблице 1 приведены значения коэффициентов уравнений линейной аппроксимации тенденций изменения уровня моря в районе г. Одесса по береговым и спутниковым данным. Приведенные коэффициенты отражают направление и скорость изменения уровня моря в Одесском Заливе.

Таблица 1 – Значения коэффициентов уравнений линейной аппроксимации тенденций изменения уровня моря в Одесском заливе по береговым и спутниковым данным

Годы	ГФЛ ОГЭКУ	Спутниковые измерения
1992–1999	0.13	0.18
2000–2002	-0.09	-0,21
2003–2005	-0.08	0.18
2006–2009	-0.07	-0,31

На основании полученных данных возникла возможность оценки региональных изменений уровня Мирового океана в средиземноморских морях бассейна Атлантического океана. На рисунке 1 показаны изменения уровня Черного, Средиземного морей. По данным измерения уровня моря альтиметрическими методами установлено, что изменения уровня Мирового океана не

вливают на уровень Черного моря. Это связано с тем, что Атлантический океан и Черное море сообщаются через бассейн Средиземного моря, которое имеет отрицательный пресный баланс по причине гигантского испарения с его поверхности. Данные измерений показывают, что изменения уровня Черного моря, обусловленные положительным пресным балансом за счет речного стока, не коррелируют с изменениями уровня Средиземного моря. Так же видно, что изменения уровня Атлантического океана в районе пролива Гибралтар (уровень превышает уровень Средиземного моря) не влияют на изменения уровня Средиземного моря.

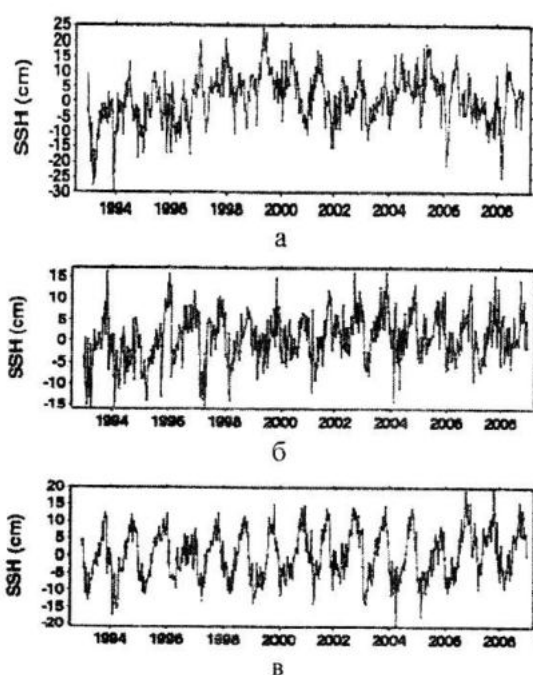


Рисунок 1 – Изменения уровня Черного моря (а), Атлантического океана (б), Средиземного моря (в)

Большие объемы испарения воды с поверхности Средиземного моря, по видимому, не создают условий классических «сообщающихся сосудов» между Мировым океаном и каскадом из Эгейского, Мраморного, Черного и Азовского морей.

Этот вывод имеет очень важное значение и требует пояснения. Украина имеет выход к Азовскому и Черному морю, соединяясь с открытым океаном через проли-

вы. Водообмен через проливы формируется наклоном урванной поверхности и плотностными градиентами между водными массами по обе стороны пролива. Азовское и Черное моря характеризуются исключительно высоким речным стоком. Реки Кубань и Дон формируют более высокий уровень Азовского моря по сравнению с Черным, а дополнительный речной сток Дуная, Днепра и других рек, впадающих в Черное море обеспечивает более высокий уровень Черного моря по сравнению со Средиземным. Уровень Атлантического океана в районе пролива Гибралтар выше уровня Средиземного моря, в результате чего осуществляется перелив Атлантических вод в Средиземное море. Таким образом можно констатировать, что в Средиземное море стекают воды Азово-Черноморского бассейна и воды Атлантического океана, компенсируя потерю воды в результате интенсивного испарения. Можно предположить, что тенденции изменения уровня Мирового океана могут не оказывать однозначного влияния на тенденции изменения уровня Азово-Черноморского региона так как фактически воды Мирового океана попадая в Средиземное море испаряются, не оказывая определяющего влияния на уровень Азово-Черноморского бассейна. В этом случае Азовское, Черное и Мраморное моря, соединяемые узкими проливами можно рассматривать как каскад естественных водохранилищ по пути речных вод в гигантский природный испаритель – Средиземное море. За последние 15 лет амплитуда колебаний уровня Средиземного моря составляет менее 30 см, в Черном море до 55 см и в Атлантическом океане до 40 см. Следует отметить, что в разные временные промежутки тенденции изменения уровня в этих бассейнах – разные.

На кафедре океанологии ОГЭКУ выполнено комплексное исследование тенденций изменения уровня Мирового океана и Черного моря (рисунок 1). Установлено, что темпы прироста уровня Черного моря и Мирового океана отличаются на порядок, что подтверждает тезис об отсутствии прямого влияния роста уровня Мирового океана на уровень Черного и Азовского морей. Уровень вод этих морей, в основном, под-

чиняется влиянию процессов регионального масштаба. Из рисунка видно, что с 1992 до 2000 года уровень Черного моря повышался на 30 мм в год, затем до 2002 года падал с такими же темпами. В 2003–2005 гг. уровень опять повышался, а затем, до 2008 года – снижался. В этот же период уровень Мирового океана повышался на 3 мм в год, т. е. в 10 раз медленнее, чем в 1992–2000 гг. в Черном море. Таким образом, не связанные с изменениями уровня Мирового океана изменения уровня Черного моря, могут достигать 30 см. Объяснение выявленного феномена с позиций аномального изменения водного баланса Черного моря нам не известны. Аномальные стерические изменения уровня не установлены. Изменения емкости Черного моря в результате растворения карбонатного материала донных отложений – не оценены. Учитывая свободный водообмен Черного моря через глубокие проливы, выявленные тенденции изменения уровня вообще не должны фиксироваться.

Перспективы дальнейших исследований. Полученные результаты, по нашему мнению, могут содержать составляющую изменения уровня, обусловленную изменениями формы геоида Земли в условиях быстропротекающих изменений формы и объема Земли. Региональные изменения гравитационного поля Земли в Черноморском регионе, в принципе, способны сказываться на данных изменения уровня Черного моря. Такие изменения в виде наклона урванной поверхности не формируют движения масс воды. Региональные изменения тенденций трансформации формы геоида Земли фиксировались в 1997–1998 гг., и, возможно, в последующие периоды, что требует дальнейшего изучения.

Выводы. На основании анализа данных измерений уровня моря контактными и дистанционными методами показано, что спутниковые альтиметрические методы являются репрезентативными. В результате сравнительного анализа изменения уровней Азовского, Черного, Мраморного, Эгейского, Средиземного морей и Атлантического океана в районе пролива Гибралтар показано, что изменения уровня Мирового океана не формирует тенденцию изменения уровня средиземных морей.