

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ УРОВНЯ МОРЯ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ «БЕРДЯНСК» И «МАРИУПОЛЬ»

И.Н. Фомина¹, А.А. Полозок²

¹ Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова, Москва

² Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь
polozok.umi@gmail.com

Аннотация: Проведен корреляционный анализ срочных данных уровня моря, полученных на морских гидрометеорологических станциях «Мариуполь» и «Бердянск». Выявлена выраженная линейная зависимость между указанными рядами (коэффициент корреляции составил 0,771). Сделано допущение, что корреляционные взаимосвязи между данными могут различаться для наборов значений, полученных при действии ветров разных направлений. Данные уровня моря отсортированы по направлениям ветра. Установлено, что коэффициенты корреляции больше 0,85 для данных уровня, соответствующих В, ВЮВ, ЮВ, С, ЮЮВ, ЮЮЗ, ССЗ ветрам. Такие ряды хорошо подходят для целей прогнозирования. Самая слабая линейная взаимосвязь между значениями срочного уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» получена при ветре ЗСЗ-, СЗ-направлений (коэффициенты корреляции равны 0,673 и 0,708 соответственно). Применение этих рядов для прогнозирования может давать существенные ошибки прогноза.

Ключевые слова: уровень моря, Мариуполь, Бердянск, корреляционный анализ.

Актуальность и цель исследования. В последние годы процесс сбора срочных данных уровня моря на станциях Азовского моря в силу объективных причин достаточно сложен и нестабилен. В имеющихся рядах значений периодически возникают пробелы. В такой ситуации использование методов прогнозирования данных уровня моря имеет важнейшее значение.

Целью данного исследования является оценка корреляционных взаимосвязей между срочными данными уровня моря на морских гидрометеорологических станциях (МГС) «Мариуполь» и «Бердянск». При хорошей сопоставимости указанных рядов появится возможность применять данные уровня с одной станции для прогнозирования значений уровня моря на другой станции.

Исходные данные. Для решения поставленной задачи использованы ряды данных срочного уровня моря (3 измерения в сутки) в районе МГС «Мариуполь» и «Бердянск».

Период анализа – 2013 год. Это последний год, за который в нашем распоряжении имеются сопоставимые по времени непрерывные ряды значений уровня моря.

Общее количество проанализированных значений – 2186 (по 1093 для каждой МГС). Как показали предварительные расчеты, указанного набора данных вполне достаточно для комплексной оценки корреляционных взаимосвязей.

Кроме данных уровня моря, нам также для достижения целей исследования понадобились срочные измерения направлений ветра на станциях «Бердянск» и «Мариуполь» за 2013 г. (рис. 1). Параметры ветра были измерены в те же сроки, что и значения уровня моря.

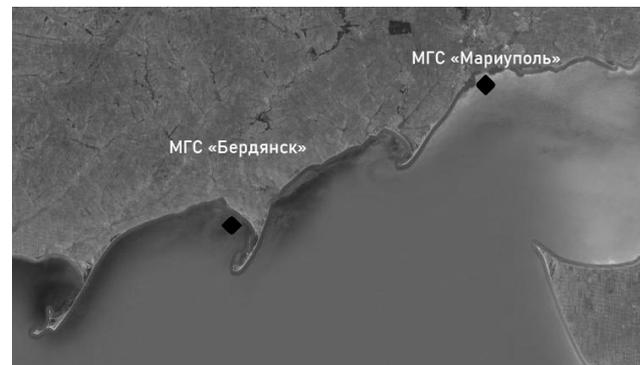


Рис. 1. Расположение МГС «Мариуполь» и «Бердянск»

Корреляционный анализ исследуемых рядов.

При настройке статистических моделей для прогнозирования нередко требуется оценка взаимосвязи между анализируемыми величинами. Для этого проводится корреляционный анализ [1: 52].

При помощи коэффициента корреляции измеряется сила линейной зависимости между двумя величинами. В данной работе расчет коэффициента корреляции проводится по формуле, представленной в работе [1: 57].

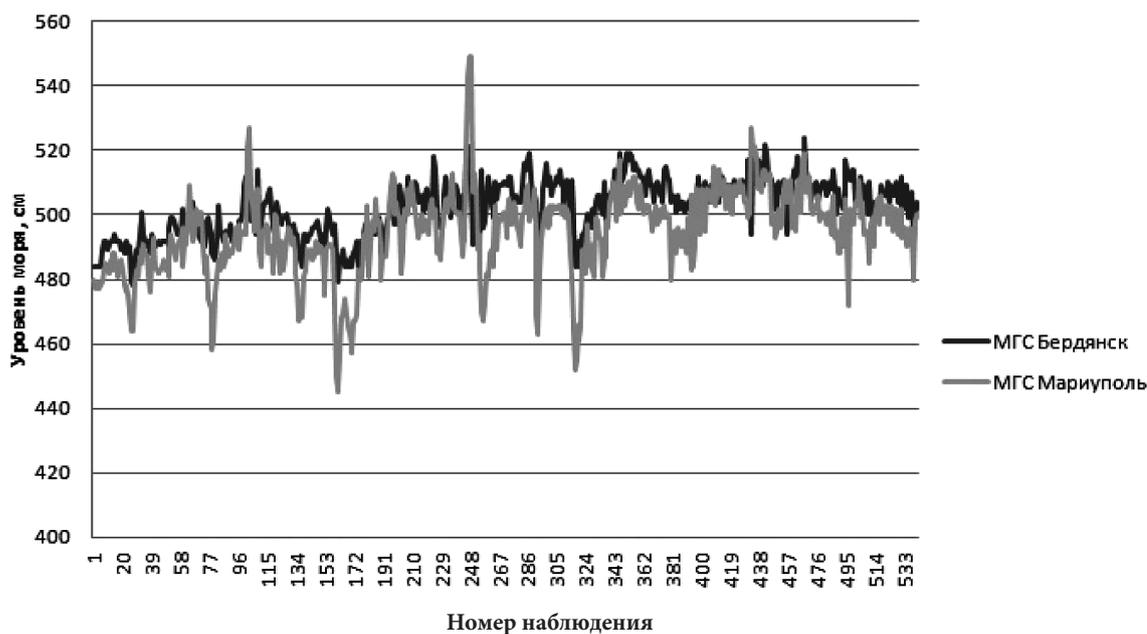


Рис. 2. Динамика изменения срочных данных уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» в первом полугодии 2013 г.

Перед тем как проводить расчеты, имеет смысл визуально оценить сопоставимость рядов. На рисунках 2 представлены ряды срочных данных уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» за первое полугодие 2013 г. (графики построены за полгода, так как из-за большого количества значений график за год будет выглядеть перенасыщенным и сложным для восприятия).

Как видно на рисунке 2, исследуемые ряды данных имеют большие фрагменты, где значения на МГС «Бердянск» и «Мариуполь» характеризуются схожими тенденциями к изменению. Ряды для МГС «Мариуполь» получили более выраженные пики снижения и повышения уровня, что связано с местоположением станции.

Проведенный для всех данных за 2013 г. расчет позволил получить значение коэффициента корреляции, равное 0,771. Полученная величина свидетельствует о достаточно сильной линейной зависимости между анализируемыми рядами, при этом корреляция в нашем случае положительная, то есть при росте/снижении значений уровня на МГС «Бердянск» наблюдается в основном рост/снижение сопоставимых по времени измерений уровня моря на МГС «Мариуполь».

Таким образом, ряд данных с одной морской станции может использоваться для получения прогнозных значений уровня на другой станции.

Выявленные при прогнозировании тенденции изменчивости уровня моря в большинстве случаев будут отражать реальную картину.

В то же время целесообразно рассмотреть корреляционные взаимосвязи более детально, т.к. в расположении станций (см. рис. 1) есть особенности. Сделано допущение, что при определенных направлениях ветра данные уровня моря могут иметь более сильную или более слабую линейную зависимость.

Поскольку морские станции расположены достаточно близко, нет смысла брать ветер отдельно для каждой МГС. В нашем случае будут учитываться параметры ветра, действующего в районе морской станции «Бердянск» (предполагаем, что такой же ветер дует и в районе МГС «Мариуполь»). Проведем сортировку значений уровня моря в зависимости от того, какое направление ветра было в то время.

Расчет коэффициентов корреляции для данных уровня, соответствующих определенным направлениям ветра, приведен в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что при определенных направлениях ветра данные уровня моря на МГС «Бердянск» и «Мариуполь» имеют более сильную линейную зависимость. Так, коэффициенты корреляции превышают 0,85 для данных, отсортированных для ветров В, ВЮВ, ЮВ, С, ЮЮВ, ЮЮЗ, ССЗ.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции для данных уровня моря МГС «Бердянск» и «Мариуполь», отсортированных по направлениям ветра на морской станции «Бердянск»

Направление ветра	Значение коэффициента корреляции
Штиль	0,741
ССВ	0,741
СВ	0,776
ВСВ	0,755
В	0,877
ВЮВ	0,898
ЮВ	0,871
ЮЮВ	0,857
Ю	0,829
ЮЮЗ	0,851
ЮЗ	0,774
ЗЮЗ	0,761
З	0,728
ЗСЗ	0,673
СЗ	0,708
ССЗ	0,851
С	0,87

Самая слабая линейная взаимосвязь между данными получена при действующем в районе Бердянска ветре ЗСЗ-, СЗ-направлений. Коэффициенты корреляции в данном случае равны 0,673 и 0,708 соответственно.

Чтобы визуально оценить степень сопоставимости между рядами данных, соответствующим разным направлениям ветра, построим графики значений для наиболее и наименее сопоставимых рядов (рис. 3; 4).

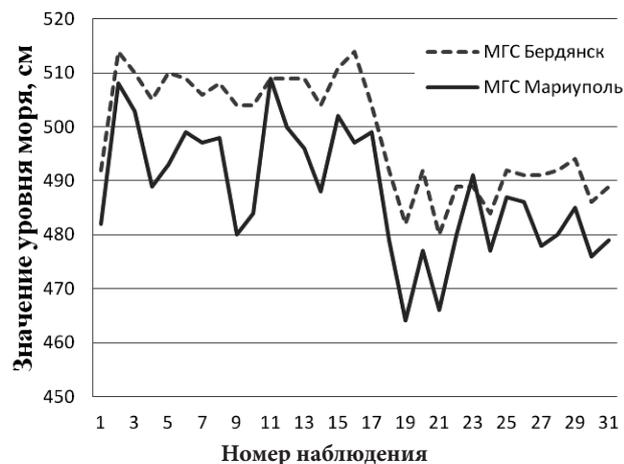


Рис. 3. Ряды срочных данных уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» для действующего в районе Бердянска ветра ВЮВ-направления

На рисунке 3 хорошо показано, что срочные данные уровня моря, полученные на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» во время действия в районе Бердянска ветра ВЮВ-направления, имеют схожие тенденции к изменению.

Ряды для Мариуполя характеризуются более значительными перепадами уровня моря. Это связано с местоположением морской станции.

Судя по значению коэффициента корреляции 0,898, можно сделать вывод, что почти 9 значений ряда данных МГС «Мариуполь» имеют аналогичные тенденции к изменению, как и 9 значений с МГС «Бердянск». На рисунке 3 это хорошо прослеживается: графики в основном друг друга повторяют.

На рисунке 4 представлены ряды данных срочного уровня моря, полученные на МГС «Бердянск» и «Мариуполь» при действующем в районе Бердянска ветре ЗСЗ-направления. Рассчитанный коэффициент корреляции для указанных рядов составил 0,673.

Выявленная линейная взаимосвязь достаточно слабая. Менее 7 из 10 значений в каждой группе данных имеют схожие тенденции к изменению.

Проанализированные за 2013 г. срочные данные уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» имеют выраженную линейную зависимость (коэффициент корреляции равен 0,771). Если использовать ряд данных одной морской станции для получения прогнозных значений на другой МГС, то ошибка прогноза будет невысокой.

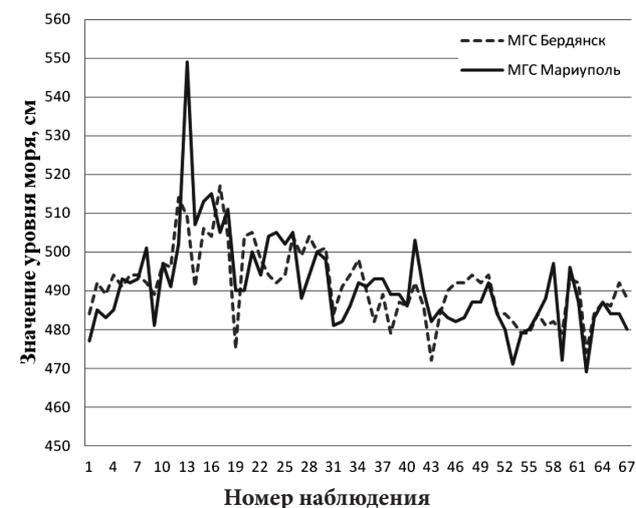


Рис. 4. Ряды срочных данных уровня моря на МГС «Мариуполь» и «Бердянск» для действующего в районе Бердянска ветра ЗСЗ-направления

В то же время сопоставимость рядов значений уровня моря неодинакова для групп данных, полученных в зависимости от направления ветра.

Коэффициенты корреляции превышают 0,85 для данных уровня моря, отсортированных для В, ВЮВ, ЮВ, С, ЮЮВ, ЮЮЗ, ССЗ ветров. Такие ряды лучше всего подходят для целей прогнозирования.

Самая слабая линейная взаимосвязь между значениями уровня на МГС «Мариуполь» и «Бердянска» получена при действующем в районе Бердянска ветре ЗСЗ-, СЗ-направлений. Коэффициенты корреляции в данном случае равны 0,673 и 0,708 соответственно. Эти ряды можно применять для целей прогнозирования, однако в данном случае увеличиваются ошибки прогноза.

Список литературы

1. Ханк Дж.Э. Бизнес-прогнозирование / 7-е изд.; Дж.Э. Ханк, А.Дж. Райтс, Д.У. Уичерн. М.: Вильямс, 2003. 652 с.

**CORRELATION ANALYSIS OF SEA LEVEL DATA
AT THE BERDYANSK AND MARIUPOL MARINE STATIONS**

I.N. Fomina¹, A.A. Polozok²

¹ N.N. Zubov's State Oceanographic Institute, Moscow, Russia

² Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia
polozok.umi@gmail.com

Abstract. A correlation analysis of urgent sea level data obtained at marine hydrometeorological stations of Mariupol and Berdyansk was carried out. A pronounced linear relationship was revealed between these series (the correlation coefficient was 0,771). An assumption has been made that the correlation relationships between the data may differ for sets of values obtained under the action of winds of different directions. Sea level data is sorted by wind directions. It was found that the correlation coefficients are greater than 0,85 for level data corresponding to E, ESE, SE, N, SSE, SSW, NNW winds. Such series are well suited for forecasting purposes. The weakest linear relationship between the values of the immediate sea level at the *Mariupol* and *Berdyansk* MHS was obtained with wind in the WNW, NW directions (correlation coefficients are equal to 0,673 and 0,708, respectively). The use of these series for forecasting can lead to significant forecast errors.

Keywords: sea level, Mariupol, Berdyansk, correlation analysis.

Reference

1. John E.H., Arthur G.R., Dean W.W. 2003. Business Forecasting. *Seventh Edition*. Moscow, Williams: 652 p. (In Russian).