

**ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
И КОРРЕЛЯЦИОННАЯ
ВЗАИМОСВЯЗЬ ДЛЯ
МНОГОЛЕТНИХ РЯДОВ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ У ПОБЕРЕЖЬЯ
КАЦИВЕЛИ**

*О.А. Шабалина, А.К. Куклин,
Н.Я. Куклина*

ЭО МГИ НАН Украины
Крым, пгт Кацивели
E-mail: ebmgi@yalita.yalta.iuf.net

В этой работе рассмотрены общие вопросы изменчивости и корреляционной взаимосвязи многолетних рядов данных некоторых гидрометеорологических параметров при различных интервалах осреднения.

Общие представления о большей или меньшей степени изменчивости или, наоборот, стабильности исследуемого параметра во времени могут дать характер и степень корреляционной взаимосвязи между средними месячными, сезонными, или полугодовыми многолетними рядами данных, а также корреляция между рядами годового хода для каждого года между собой.

Для изучения временной изменчивости климатических характеристик представляют интерес дисперсия многолетних рядов данных, ее годовой ход, а также линейные тренды многолетних рядов гидрофизических параметров, годовой ход их угловых коэффициентов.

По рядам гидрометеорологических среднемесячных данных, полученных на гидрометеопункте п. Кацивели, были рассчитаны статистические характеристики и корреляционная взаимосвязь для определенного гидрометеорологического параметра. Сравнивались между собой ряды годового хода каждого года, а также многолетние ряды данных, осредненных по месяцам, или по сезонам, или по полугодиям для каждого параметра в отдельности. В работе исследовались данные по температуре воздуха, температуре морской воды, атмосферному давлению, скорости ветра, уровню моря с 1949 по 2006 гг., а также использовались данные по параметрам общего вол-

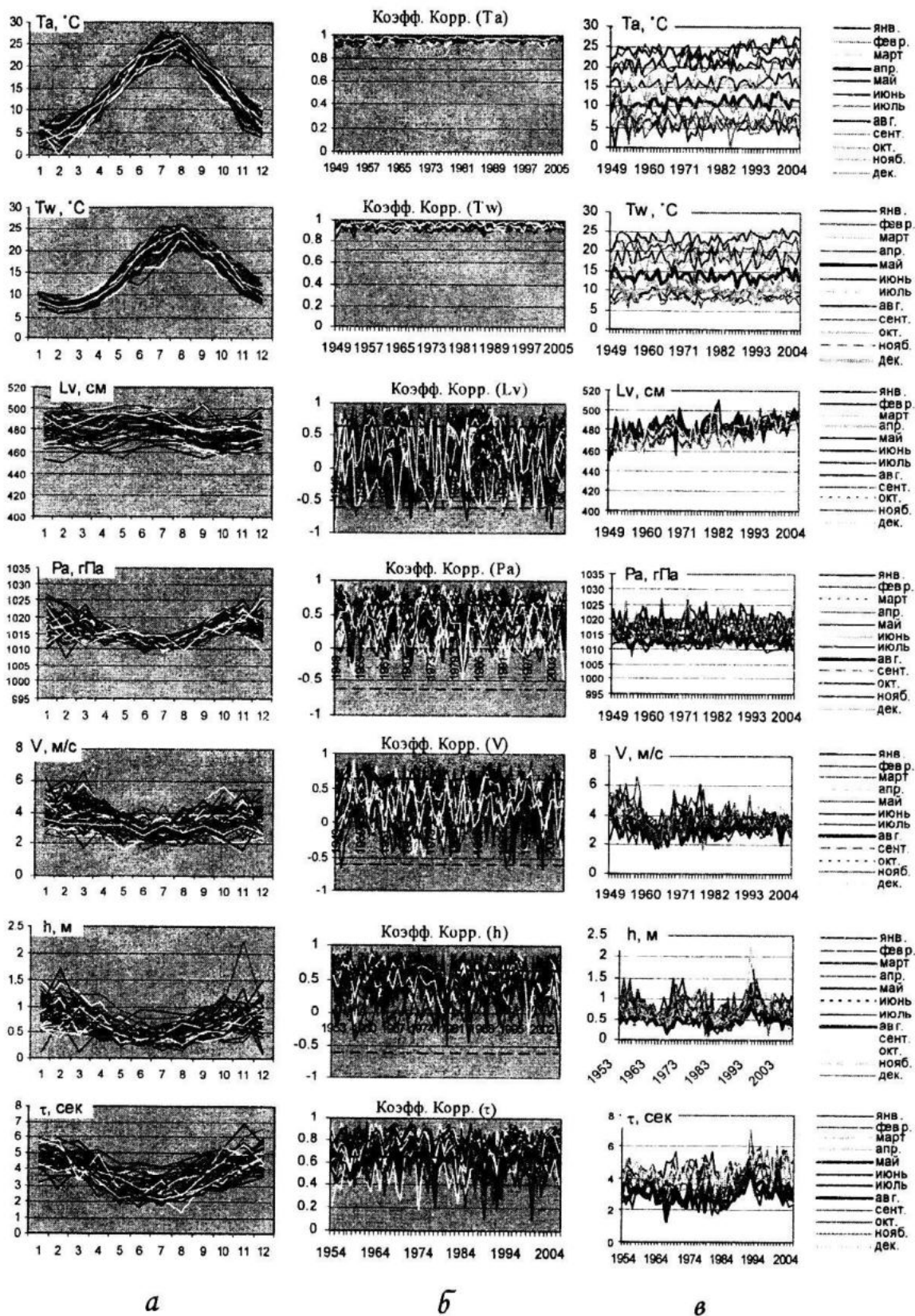
нения (без разделения на ветровое волнение и зыбь) – по высоте волны с 1953 по 2006 гг. и периоду волны с 1954 по 2006 гг. Для каждого параметра в отдельности приведены графики и таблицы корреляции для выявления общего уровня корреляционной взаимосвязи при изменении значений от года к году или при изменении значений от месяца к месяцу для многолетних рядов.

1. Годовой ход среднемесячных значений параметров для каждого года. На рис. 1 (столбец а) изображены графики годового хода среднемесячных значений различных параметров для каждого года: температуры воздуха, температуры морской воды, уровня моря, атмосферного давления, скорости ветра, высоты и периода волны. По 58 рядов (для каждого года, с 1949 по 2006 гг.) отображено на графиках для определенного параметра; для высоты и периода волны – по 54 и 53 ряда соответственно.

При рассмотрении графиков годового хода параметра для каждого года выяснилось, что годовой ход рядов данных по температуре воздуха и воды имеет определенный, выраженный для сезонной изменчивости характер. Наименьший разброс между рядами годового хода от года к году имеется у температуры воздуха и температуры воды, у остальных параметров, особенно для уровня моря, разброс довольно значительный.

Температура воздуха, температура воды и уровень моря в летние месяцы имеют максимальные значения. Для рядов данных по уровню моря летний максимум в июне определяется сезонным ходом стока рек, а промежуточный, январский максимум – длительными нагонами воды ветрами северо-восточных направлений.

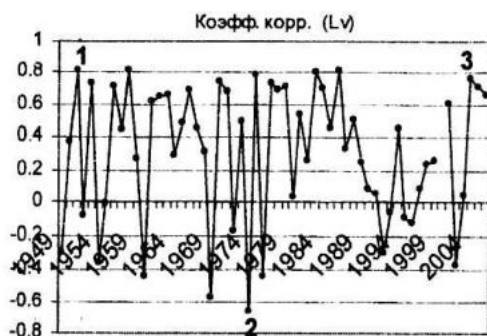
Атмосферное давление, скорость ветра, высота и период волны в летние месяцы имеют минимальные значения. В холодное время у этих параметров более высокие значения. В зимнее время воздух над сушей охлаждается сильнее, чем воздух над морем, количество воздуха над сушей возрастает и возрастает давление, а над морем падает – падает и давление. Зимой обостряется разность



Р и с. 1. Температура воздуха, температура морской воды, уровень моря, атмосферное давление, скорость ветра – с 1949 по 2006 г., высота и период волны – с 1953 и 1954 по 2006 г. в Кацивели: *столбец а* – годовой ход среднемесячных данных для каждого года; *столбец б* – ряды коэффициентов корреляции между рядами годового хода среднемесячных данных каждого года с аналогичными рядами всех других лет; *столбец в* – многолетний ход среднемесячных значений для каждого месяца

температур между северными и южными районами и, соответственно, увеличиваются градиенты давления, что сказывается и на атмосферной циркуляции Южного берега Крыма, следовательно, повышаются скорость ветра и параметры волнения. А летом – наоборот.

Для выявления характера корреляционной взаимосвязи между рядами годового хода одного параметра рассчитывались коэффициенты корреляции, и строились графики коэффициентов корреляции. На рис. 2 приведен пример графика коэффициентов корреляции между рядом годового хода 2000-го года и аналогичными рядами всех остальных лет для уровня моря. Здесь годовой ход 2000-го года сравнивается с годовым ходом каждого другого года. И из полученных значений коэффициентов корреляции строится график. Например, точка 1 на графике соответствует значению коэффициента корреляции между годовым ходом 2000-го года и годовым ходом 1951 года и равняется 0,82, а точка 2 – это коэффициент корреляции между 2000-м и 1974-м годами (-0,7), точка 3 – коэффициент корреляции между 2000-м и 2004-м годом (0,76). Получается ряд из 57 значений коэффициентов корреляции (когда один год коррелирует со всеми другими годами).



Р и с. 2. Коэффициенты корреляции между рядом годового хода уровня 2000-го года и аналогичными рядами всех остальных лет для уровня моря

Такие же ряды (корреляции одного года со всеми остальными годами) построены для каждого параметра. Всего получается по 58 рядов на одном рисун-

ке для каждого параметра (по 54 и 53 ряда – для высоты и периода волны). Они изображены на рис. 1 (столбец б).

На графиках рядов коэффициентов корреляции значимые при 95 % доверительном интервале коэффициенты корреляции выделены пунктирной линией. Видно, что ряды коэффициентов корреляции носят колебательный характер. Для каждого графика коэффициентов корреляции более высокая корреляция между годами проявляется с периодом через несколько лет – примерно от 2 до 6 лет (в среднем, через 3-4 года), чередуясь с менее высокой или даже с отрицательной корреляцией. Период этих колебаний соответствует периоду колебаний самих параметров, который в среднем составляет 3,5 года [1, 2].

Высокие коэффициенты корреляции для рядов температуры воздуха (0,9 и выше) и морской воды (0,83 – минимум, 0,9 и выше) говорят о стабильности годового хода этих параметров. Температура морской воды имеет чуть более низкие коэффициенты корреляции. Для остальных параметров, особенно для уровня моря, стабильности не наблюдается. Для периода волны все коэффициенты положительны, изменяются в пределах от 0,1 до 0,96.

2. Межгодовой ход среднемесячных значений параметров для каждого месяца. На рис. 1 в изображен межгодовой ход среднемесячных значений определенного параметра для каждого месяца. Для исследуемых многолетних месячных рядов данных по температуре воздуха и температуре морской воды можно отметить, что они имеют большой перепад значений от зимних к летним месяцам. В отличие от температуры воздуха и морской воды, у других параметров в целом наблюдаются более выраженные колебательные процессы (для уровня моря, волнения, скорости ветра).

Коэффициенты корреляции между многолетними рядами данных за определенный месяц с многолетними рядами данных всех остальных месяцев сведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между месяцами многолетних рядов данных для температуры воздуха (T_a , °C), температуры морской воды (T_w , °C), уровня моря (L_v , см), атмосферного давления (P_a , гПа), скорости ветра (V , м/с), высоты (h , м) и периода (τ , с) волны в Качивели

Температура воздуха (T_a)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.14	0.19	0.07	-0.06	-0.08	0.12	0.18	0.10	0.09	-0.14	-0.14
II		1	0.52	0.27	0.00	-0.01	0.33	-0.05	0.15	0.20	0.14	-0.13
III			1	0.51	0.22	0.16	0.33	0.25	0.34	0.19	0.11	-0.11
IV				1	0.42	0.22	0.32	0.33	0.26	0.09	0.05	-0.13
V					1	0.30	0.18	0.31	0.19	-0.06	0.25	-0.14
VI						1	0.43	0.44	0.70	0.07	-0.06	-0.09
VII							1	0.52	0.31	0.24	0.08	-0.23
VIII								1	0.44	0.34	-0.02	-0.18
IX									1	0.50	0.10	-0.06
X										1	0.23	0.18
XI											1	0.53
XII												1

Атмосферное давление (P_a)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.12	-0.05	-0.18	-0.01	0.32	-0.06	0.20	-0.17	0.02	-0.01	0.30
II		1	0.18	-0.12	-0.11	-0.01	-0.07	0.07	-0.13	-0.08	0.13	0.06
III			1	-0.16	-0.04	-0.05	0.11	0.07	0.26	0.00	-0.03	0.21
IV				1	0.20	0.08	0.23	0.03	-0.12	0.01	-0.05	-0.08
V					1	0.09	-0.07	-0.06	-0.04	-0.24	0.07	0.06
VI						1	0.06	-0.04	-0.17	-0.15	0.04	-0.00
VII							1	0.17	0.11	0.28	-0.06	0.02
VIII								1	0.11	0.25	0.11	-0.04
IX									1	0.10	-0.06	0.03
X										1	-0.03	0.10
XI											1	-0.16
XII												1

Температура воды (T_w)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.52	0.51	0.36	0.16	0.04	0.18	0.24	0.20	0.08	0.17	0.23
II		1	0.76	0.40	0.12	0.04	0.34	0.18	0.15	0.21	0.33	0.33
III			1	0.64	0.27	0.10	0.40	0.28	0.34	0.21	0.21	0.30
IV				1	0.37	0.18	0.40	0.28	0.30	0.21	0.20	0.22
V					1	0.11	-0.03	0.11	0.31	-0.01	0.16	0.10
VI						1	0.30	0.29	0.16	-0.01	-0.10	-0.13
VII							1	0.46	0.22	0.35	0.23	0.06
VIII								1	0.30	0.36	0.19	0.07
IX									1	0.42	0.20	0.08
X										1	0.54	0.36
XI											1	0.58
XII												1

Скорость ветра (V)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.45	0.28	0.17	0.01	0.12	0.16	0.04	0.22	0.28	0.19	0.20
II		1	0.46	0.23	0.05	0.36	0.16	0.19	0.26	0.14	0.08	0.35
III			1	0.13	0.13	0.42	0.14	0.35	0.26	0.46	0.25	0.45
IV				1	0.16	0.31	0.13	0.38	0.38	0.21	0.33	0.23
V					1	0.22	0.37	0.28	0.22	0.11	0.15	0.15
VI						1	0.34	0.36	0.32	0.35	0.13	0.57
VII							1	0.19	0.00	0.10	0.10	-0.01
VIII								1	0.39	0.26	0.40	0.36
IX									1	0.23	0.45	0.58
X										1	0.50	0.45
XI											1	0.41
XII												1

Уровень моря (L_v)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.86	0.69	0.67	0.40	0.37	0.32	0.28	0.33	0.51	0.50	0.40
II		1	0.82	0.70	0.64	0.38	0.44	0.43	0.38	0.48	0.42	0.30
III			1	0.87	0.75	0.68	0.38	0.46	0.46	0.42	0.37	0.29
IV				1	0.92	0.83	0.63	0.63	0.60	0.47	0.39	0.33
V					1	0.84	0.74	0.63	0.49	0.44	0.32	0.28
VI						1	0.86	0.74	0.56	0.43	0.27	0.29
VII							1	0.88	0.66	0.50	0.36	0.40
VIII								1	0.75	0.65	0.44	0.45
IX									1	0.65	0.58	0.52
X										1	0.85	0.68
XI											1	0.81
XII												1

Высота волны (h)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.44	0.50	0.31	-0.01	0.20	0.31	0.38	0.27	0.31	0.48	0.24
II		1	0.41	0.35	0.11	0.51	0.43	0.44	0.23	0.27	0.33	0.18
III			1	0.51	0.27	0.45	0.37	0.58	0.44	0.31	0.43	0.38
IV				1	0.49	0.53	0.48	0.70	0.47	0.56	0.64	0.38
V					1	0.45	0.35	0.49	0.38	0.39	0.42	0.30
VI						1	0.72	0.59	0.45	0.40	0.51	0.20
VII							1	0.61	0.54	0.46	0.52	0.30
VIII								1	0.57	0.38	0.51	0.40
IX									1	0.31	0.44	0.41
X										1	0.41	0.19
XI											1	0.24
XII												1

Период волны (τ)												
Mec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	1	0.53	0.38	0.32	0.01	0.09	0.37	0.20	0.45	0.44	0.45	0.27
II		1	0.25	0.29	0.11	0.23	0.60	0.30	0.29	0.46	0.40	0.32
III			1	0.42	0.34	0.31	0.47	0.54	0.39	0.54	0.44	0.48
IV				1	0.43	0.41	0.59	0.59	0.44	0.46	0.60	0.53
V					1	0.60	0.58	0.55	0.59	0.27	0.37	0.26
VI						1	0.42	0.47	0.39	0.32	0.41	0.38
VII							1	0.63	0.59	0.49	0.60	0.60
VIII								1	0.61	0.46	0.49	0.49
IX									1	0.50	0.50	0.63
X										1	0.56	0.37
XI											1	0.63
XII												1

Таблицы коэффициентов корреляции между рядами межгодового хода с 1949 по 2006 гг. для каждого месяца определенного параметра, где серым цветом выделены значимые коэффициенты корреляции при 95 % доверительном интервале, а жирным шрифтом – максимальные коэффициенты (что относится и к табл. 2), показывают, что самые малые коэффициенты корреляции наблюдаются между рядами данных по давлению в связи с большой изменчивостью атмосферных процессов. Примерно половина из них – отрицательные коэффициенты корреляции. В целом у июньских данных самые низкие коэффициенты корреляции с другими месяцами, а у июльских и августовских – самые высокие.

Выше, чем у давления, примерно один и тот же уровень значений, имеют положительные коэффициенты корреляции для температуры воды, воздуха и скорости ветра. Для скорости ветра треть коэффициентов корреляции расположена в интервале от 0,3 до 0,5, остальные ниже 0,3. Самый высокий коэффициент корреляции между декабрьскими и июньскими данными, равен 0,57. У скорости ветра, в отличие от давления, для июня характерны самые высокие коэффициенты корреляции, а для июля – самые низкие.

У данных по температуре воздуха коэффициенты корреляции между месяцами в основном невысокие. Лучше коррелируют данные соседних месяцев. Для температуры воздуха в зимние месяцы корреляция между рядами снижается.

Для рядов по температуре воды в зимне-весенние месяцы коэффициенты корреляции повыше. Вообще, для температуры воды наблюдается немного больше высоких коэффициентов корреляции, чем для температуры воздуха. Между данными февраля и марта коэффициент корреляции максимален и составляет 0,76.

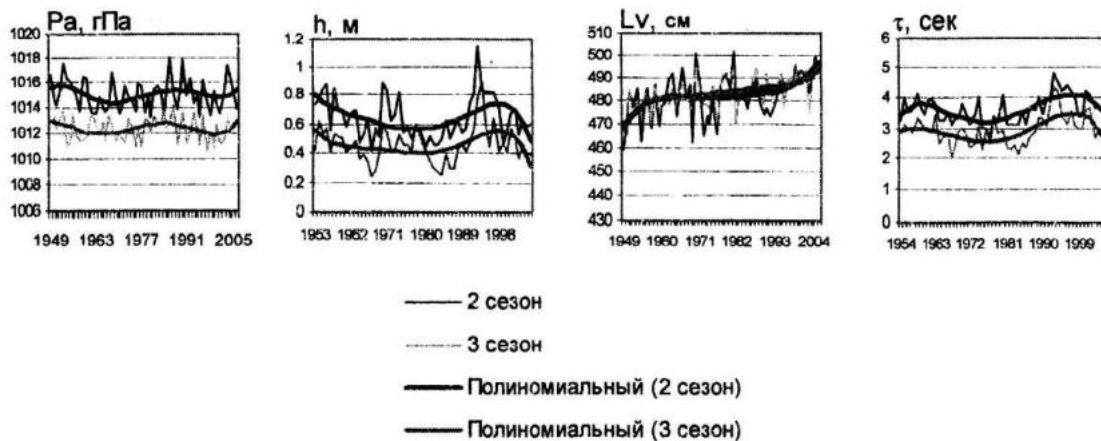
Еще более высокие коэффициенты корреляции имеются у рядов данных по высоте и периоду волны. Наиболее высокие коэффициенты для этих парамет-

ров соответствуют не только соседним месяцам, но и более удаленным друг от друга. Для данных по высоте волны в апреле и июле наблюдаются самые высокие коэффициенты корреляции с другими месяцами. Самые низкие – в декабре, и затем – в январе. Для данных по периоду волны самые высокие коэффициенты – в июле, а самые низкие – в январе и феврале.

И, наконец, самые высокие коэффициенты корреляции наблюдаются между рядами данных по уровню моря, видимо, вследствие инерционности морской среды.

Для данных по температуре воздуха, температуре морской воды, скорости ветра и атмосферному давлению имеется возрастание коэффициентов корреляции от января к марту, а для данных по уровню моря, высоте и периоду волны – от января к апрелю. К декабрю, наоборот, наблюдается уменьшение коэффициентов корреляции для большинства параметров, кроме скорости ветра и атмосферного давления. Вообще, самые высокие коэффициенты корреляции с другими месяцами наблюдаются между рядами данных по уровню моря в апреле.

Среднемесячные многолетние ряды данных каждого параметра осреднялись по сезонам (зимний сезон – декабрь, январь, февраль; весенний – март, апрель, май; летний – июнь, июль, август; осенний – сентябрь, октябрь, ноябрь). Для всех параметров, осредненных по сезонам, кроме температуры воды (в следствие сгонов воды), коэффициенты корреляции самые высокие между данными весеннего и летнего сезонов (табл. 2). Для рядов данных по атмосферному давлению, уровню моря, высоте и периоду волны между этими же сезонами наиболее синхронны и линии тренда аппроксимации полиномом 5-ой степени (рис. 3). Все это определяется скорее всего годовым ходом солнечной активности. Весной в Крыму прямая солнечная радиация значительно больше, чем осенью. Наибольшие суммы прямой радиации Крым получает летом (до 50 % годовой) [3].

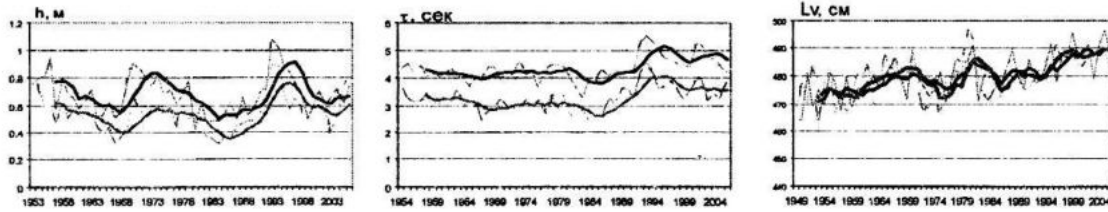


Р и с. 3. Линии тренда при аппроксимации полиномом 5 степени многолетних рядов, усредненных по сезонам для атмосферного давления, уровня моря, высоты и периода волны

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между многолетними среднесезонными данными для температуры воздуха (T_a), температуры морской воды (T_w), уровня моря (L_v), атмосферного давления (P_a), скорости ветра (V), высоты и периода волны (h , τ) в Качивели

		1 сезон	2 сезон	3 сезон	4 сезон
T_a , °C	1 сезон	1	0.28	0.12	0.16
	2 сезон		1	0.45	0.28
	3 сезон			1	0.31
	4 сезон				1
T_w , °C	1 сезон	1	0.47	0.21	0.17
	2 сезон		1	0.51	0.33
	3 сезон			1	0.52
	4 сезон				1
L_v , см	1 сезон	1	0.68	0.44	0.44
	2 сезон		1	0.78	0.50
	3 сезон			1	0.69
	4 сезон				1
P_a , гПа	1 сезон	1	0.03	-0.09	-0.004
	2 сезон		1	0.17	0.003
	3 сезон			1	0.15
	4 сезон				1
V , м/с	1 сезон	1	0.48	0.32	0.45
	2 сезон		1	0.59	0.53
	3 сезон			1	0.40
	4 сезон				1
h , м	1 сезон	1	0.57	0.53	0.51
	2 сезон		1	0.76	0.50
	3 сезон			1	0.71
	4 сезон				1
τ , с	1 сезон	1	0.46	0.46	0.54
	2 сезон		1	0.59	0.53
	3 сезон			1	0.69
	4 сезон				1



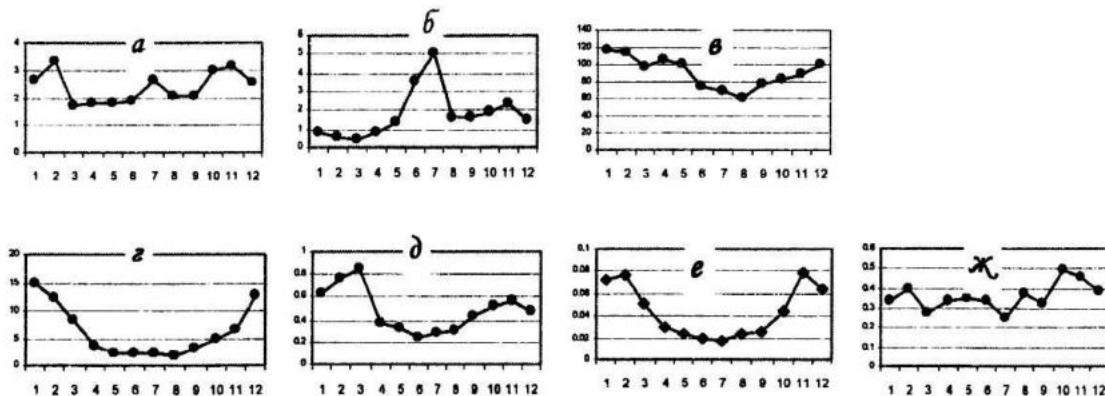
Р и с. 4. Многолетние ряды данных по высоте и периоду волны, уровню моря, сглаженные линейным фильтром, для теплого и холодного полугодий в пгт. Кацивели

Коэффициенты корреляции между многолетними рядами данных, осредненных по полугодиям (май – октябрь – теплое полугодие, ноябрь – апрель следующего года – холодное полугодие), имеют значимые величины только для высоты волны (0,72), периода волны (0,70), скорости ветра (0,56) и уровня моря (0,53). Для остальных параметров они малы.

На рис. 4 видна синхронность рядов данных по волнению и уровню моря, сглаженных линейным фильтром, для теплого и холодного полугодий.

Рассматривая дисперсию рядов данных межгодовой изменчивости параметра за определенный месяц и ее годовой ход для каждого параметра (рис. 5), видим, что в холодное полугодие дисперсия выше у всех параметров, кроме температуры воды. Для давления максимум дисперсии приходится на январь, для скорости ветра – на март, для высоты

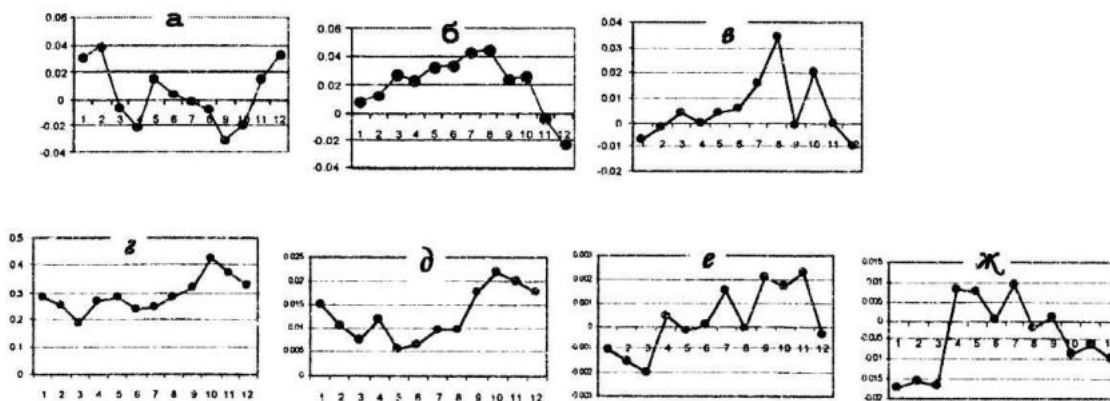
волны – на ноябрь, периода волны – на декабрь, уровня моря – на январь, температуры воздуха – на февраль, а для температуры воды – на июль. В теплые месяцы для большинства параметров отмечается снижение дисперсии. Увеличение дисперсии в зимнее время и уменьшение в летнее согласуется с общим увеличением активности атмосферных (а значит, и других) процессов в северном полушарии зимой вследствие увеличения разности температур воздушных масс и давления между северными и южными территориями, а также усилением ветра. Для температуры воды, наоборот, в июне, и особенно в июле – резкое повышение дисперсии – сказывается проявление апвеллинга. Небольшие всплески повышения дисперсии в июле отмечаются также и у температуры воздуха, видимо, как результат изменчивости температуры моря.



Р и с. 5. Годовой ход угловых коэффициентов линейных трендов для многолетних рядов данных в Кацивели по а) атмосферному давлению, б) температуре воздуха, в) температуре морской воды, г) уровню моря, д) периоду волны, е) высоте волны, ж) скорости ветра

Анализ годового хода угловых коэффициентов линейных трендов (рис. 6) для каждого параметра рядов данных межгодовой изменчивости за определенный месяц показал, что в целом наблюдается больше положительных коэффициентов линейных трендов. Но у рядов по атмосферному давлению явных преимуществ в сторону увеличения или уменьшения коэффициентов за весь год не наблюдается. В холодные месяцы увеличение угловых коэффициентов атмосферного давления соответствует уменьшению скорости ветра, высоты волны, температуры воздуха и моря. Следует отметить, что температура воздуха имеет положительные угловые ко-

эффициенты все первые десять месяцев. А у рядов по уровню моря и периоду волны вообще все коэффициенты положительны. Самые высокие угловые коэффициенты имеют ряды по уровню моря. Кроме того, годовой ход коэффициентов периода волны в основном синхронен годовому ходу угловых коэффициентов рядов по уровню моря с максимумом в октябре. Угловые коэффициенты рядов по высоте волны в некоторой степени синхронны угловым коэффициентам рядов периода волны, но первые три месяца имеют отрицательные значения угловых коэффициентов рядов по высоте волны.



Р и с. 6. Годовой ход дисперсии для многолетних рядов данных в Кацивели по: а) температуре воздуха, $(^{\circ}\text{C}/\text{год})^2$; б) температуре морской воды, $(^{\circ}\text{C}/\text{год})^2$; в) уровню моря, $(\text{см}/\text{год})^2$; г) атмосферному давлению, $(\text{гПа}/\text{год})^2$; д) скорости ветра, $(\text{м}/\text{с}/\text{год})^2$; е) высоте волны, $(\text{м}/\text{год})^2$; ж) периоду волны, $(\text{с}/\text{год})^2$

Годовой ход угловых коэффициентов скорости ветра находится в основном в противофазе к аналогичному ряду периода волны, т.е. взаимосвязь между изменениями годового хода угловых коэффициентов скорости ветра и годового хода угловых коэффициентов периода волны осенью не наблюдается [4].

Заключение. Ряды коэффициентов корреляции, рассчитанные между рядами данных годового хода каждого года с аналогичными рядами всех остальных лет, имеют колебательный характер. Колебания рядов коэффициентов корреляции между годами составляют в среднем около 3-4 лет, что согласуется с колебаниями рядов данных самих параметров, которые в среднем составляют около 3,5 лет. Высокие коэффициенты корреляции

наблюдаются у данных по температуре воздуха и морской воды. У остальных параметров коэффициенты корреляции между годами обладают довольно значительной изменчивостью.

Годовой ход рядов данных по температуре воздуха и морской воды, в отличие от рядов других параметров, обладает довольно высокой стабильностью.

Годовой ход многолетних данных исследуемых параметров в Кацивели показывает, что летний период характеризуется максимальными значениями трех параметров – температуры воздуха, температуры морской воды и уровня моря, и минимальными значениями остальных параметров – атмосферного давления, скорости ветра, высоты и периода волны.

Исследуя межгодовой ход среднемесячных рядов данных и корреляцию между этими рядами, можно отметить, что самые низкие коэффициенты корреляции между многолетними рядами данных для всех месяцев имеют ряды данных по атмосферному давлению, а самые высокие, в целом, – ряды по уровню моря. У всех параметров наблюдается увеличение значений коэффициентов корреляции от зимних месяцев к весенним. В целом, как правило, имеется несколько более высокая корреляция между весенними, а также летними среднемесячными рядами данных с рядами данных других месяцев. Между рядами данных зимних месяцев с рядами других месяцев коэффициенты корреляции в основном ниже.

Для рядов данных, осредненных по сезонам, между весенним и летним сезонами отмечается наибольшая корреляция для всех параметров, кроме температуры морской воды.

При осреднении по полугодиям сравнительно хорошая корреляция наблюдается только у данных по высоте и периоду волны, скорости ветра и уровню моря между холодным и теплым полугодиями.

Вообще, многолетние ряды параметров, относящихся к уровню и волнению моря, имеют в основном более высокие коэффициенты корреляции при сравнении данных, осредненных по месяцам, сезонам и полугодиям, чем ряды других параметров.

Анализируя многолетние среднемесячные ряды гидрометеорологических данных исследуемых параметров и их линейные тренды, можно отметить, что в целом наблюдается больше положительных угловых коэффициентов линейных трендов. Самые большие угловые коэффициенты имеют многолетние ряды

по уровню моря. Годовой ход этих коэффициентов для уровня моря имеет некоторую синхронность с годовым ходом коэффициентов для периода волны. Осенью наблюдаются самые высокие угловые коэффициенты линейных трендов для уровня моря, периода и высоты волны. Для данных по температуре воздуха и морской воды, скорости ветра и высоты волны в холодные месяцы значения коэффициентов уменьшаются и в основном переходят в отрицательную область, а для атмосферного давления в зимний период, наоборот, – угловые коэффициенты самые высокие.

В зимнее время наблюдается наибольшая дисперсия многолетних рядов. А в теплое полугодие отмечается более низкая дисперсия для всех исследуемых параметров, кроме температуры морской воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А., Репетин Л.Н. Гидрометеорологические условия Феодосийского залива. – Севастополь, 2004. – 76 с.
2. Шулейкин В.В. Очерки по физике моря. Изд. 4. М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 472 с.
3. Что влияет на климат Крыма. <http://www.onixtour.com.ua/books/climat/part01.htm>
4. Куклин А.К., Маньковский В.И., Соловьев М.В., Шабалина О.А. Сезонная и многолетняя изменчивость уровня Черного моря около Южного побережья Крыма // Экологич. безопасность прибрежн. и шельф. зон и комплексн. использование ресурсов шельфа / Сб. науч. тр. МГИ НАНУ. – Севастополь, 2001. – Вып. 2. – С. 94 – 100.