

ГЛАВА 3. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗИМЫ В РЕГИОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

УДК 551.467.3:551.5 (262.54)

DOI 10.23885/1993-6621-2020-8-41-49

3.1. ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ В НАЧАЛЕ XXI в. ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ДЕЛЬТЕ ДОНА

Л.В. Дашкевич

Аннотация. Проанализированы климатические изменения в дельте Дона в зимний сезон на основе данных ежедневного мониторинга береговой научно-экспедиционной базы «Кагальник» за период 2005–2019 гг. Дана краткая характеристика зим за время наблюдений в гирле Свином. Проведена типизация зим на основе оценки сумм среднесуточных отрицательных температур воздуха и продолжительности ледостава. В последние годы выявлено увеличение частоты появления мягких зим (33,33 % случаев за 15 лет) с неоднократным установлением ледового покрова.

Ключевые слова: мониторинг, температура воздуха, ледовый режим, дельта Дона

Оценка температурных и ледовых условий является важной для хозяйственной деятельности человека в акватории моря. Мониторинг гидрометеорологических параметров – обязательная составляющая климатологических наблюдений. В вершине Таганрогского залива в дельте Дона на береговой научно-экспедиционной базе (БНЭБ) ЮНЦ РАН «Кагальник» с конца 2004 г. ведется климатологический мониторинг [Матишов, 2008; Матишов и др., 2008а, 2008б, 2010, 2014 и др.] (рис. 1).

Материалы и методы. Обработка первичной информации (всего более 30 тысяч измерений) производилась следующим образом. Первоначальные сведения срочных наблюдений (пять раз в сутки: 8:00, 11:00, 14:00, 17:00, 20:00) осреднялись до среднесуточных величин. Затем подсчитывались суммы положительных и отрицательных температур за теплый и холодный периоды года (рис. 2), кроме этого, полученные среднесуточные температуры воздуха были осреднены до среднемесячных значений (рис. 3). Также для представления внутригодовой динамики температур воды и воздуха на график наносились средние декадные значения за все месяцы в году (рис. 4). Данные о продолжительности ледостава отражались с момента образования припая в пункте наблюдения до даты разрушения льда. С помощью бура и линейки измерялась толщина азовского льда (рис. 5).

Для анализа межгодовой динамики зимних условий обычно используют такой показатель, как сумма среднесуточных отрицательных температур воздуха. В работе [Гидрометеорологические условия ... 1986] деление зим в

Азовском регионе на три типа основано на следующих критериях: для суровых зим сумма средних суточных отрицательных температур воздуха за октябрь – апрель превышает 400°C , для умеренных находится в пределах $200\text{--}400^{\circ}\text{C}$, для мягких – менее 200°C .



Рис. 1. Местоположение БНЭБ «Кагальник» в дельте р. Дон

Результаты и обсуждение. На рисунке 2 четко выделяются суровые зимы 2005/2006, 2011/2012 гг. (суммы отрицательных температур составляют -443°C и -446°C соответственно) и самая мягкая зима 2006/2007 г. (-83°C). Зимы 2014/2015, 2015/2016, 2017/2018, 2018/2019 гг. также относятся к мягким, остальные зимы за рассматриваемый период – к умеренным. Что касается распределения отрицательных температур воздуха внутри зимнего периода, то пик холодов приходился на январь в 40 % случаев (2005/2006, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2014/2015, 2015/2016 гг.); в 20 % случаев – на конец января – начало февраля (2011/2012, 2013/2014, 2016/2017 гг.); в 26,7 % – на февраль (2004/2005, 2006/2007, 2010/2011, 2017/2018 гг.); в 2012/2013 г. – на декабрь, а в зиму 2018/2019 г. – на конец ноября – начало декабря. Следует отметить, что за последние 15 лет выросла частота мягких зим.

На рисунке 3 представлены средние месячные температуры воздуха и их вариабельность (величина стандартного отклонения) за 15 лет наблюдений на БНЭБ «Кагальник».

В межгодовой изменчивости температур наиболее контрастным является холодный сезон года. Можно видеть чередование наиболее холодных и теплых

месяцев в межгодовой динамике. Так, после очень морозного января 2006 г. отмечен крайне теплый январь 2007 г., аналогично февраль 2012 и 2013 гг., декабрь 2012 и 2011 гг., а также 2016 и 2017 гг., ноябрь 2011 и 2010 гг., март 2005 и 2006 гг. и 2012 и 2013 гг. (см. рис. 3). В теплый период года контрасты среднемесячных температур в межгодовой динамике выражены слабо.



Рис. 2. Сумма среднесуточных положительных (за апрель – октябрь) и отрицательных (за октябрь – апрель) температур воздуха и суммарная продолжительность ледостава в 2005–2018 гг.

Для зимних месяцев можно отметить некоторую тенденцию к повышению средних месячных температур, особенно для января. Декабрь и февраль отличаются большей вариабельностью в изменении среднемесячных температур от года к году. При этом для этих месяцев в настоящее время, по данным БНЭБ «Кагальник», наблюдается снижение величины стандартного отклонения после пика 2012 г.

Динамика средних месячных температур в теплое время года относительно стабильна. Из особенностей можно отметить небольшое уменьшение стандартного отклонения для мая и его некоторый рост для июня и сентября.

Для ноября после наиболее теплого 2010 г. выявлено небольшое снижение средней месячной температуры при наблюдаемом увеличении стандартного отклонения. Образование начальных форм льда чаще наблюдается в ноябре.

На рисунке 4 представлена динамика развития ледостава в гирле Свиное (дельта Дона) по наблюдениям на БНЭБ «Кагальник» за 15 лет.

Конец ноября и декабрь 2004 г., по наблюдениям БНЭБ «Кагальник», были относительно холодными. Температура воздуха понижалась до -6°C . В январе 2005 г., по данным Гидрометцентра РФ, сильнейшие холода обрушились на Турцию, Сирию и Египет. В то же время в ЮФО большая часть месяца была относительно теплой, лишь в третьей декаде температура воздуха понизилась до -3°C . Последний же месяц зимы 2004/2005 г. и первый месяц весны в ЮФО, как и почти по всей России, были холодными. Вследствие понижения температуры воздуха до $-14 \dots -15^{\circ}\text{C}$ ледостав продолжался более 40 дней [Матишов и др., 2010].

На южных морях России зима 2005/2006 г. была одной из самых холодных за последние 50 лет. Толщина льдов в Азовском море достигала 0,5 м, наблюдалось явление торошения, при этом высота торосов составляла 1,5–2,5 м.

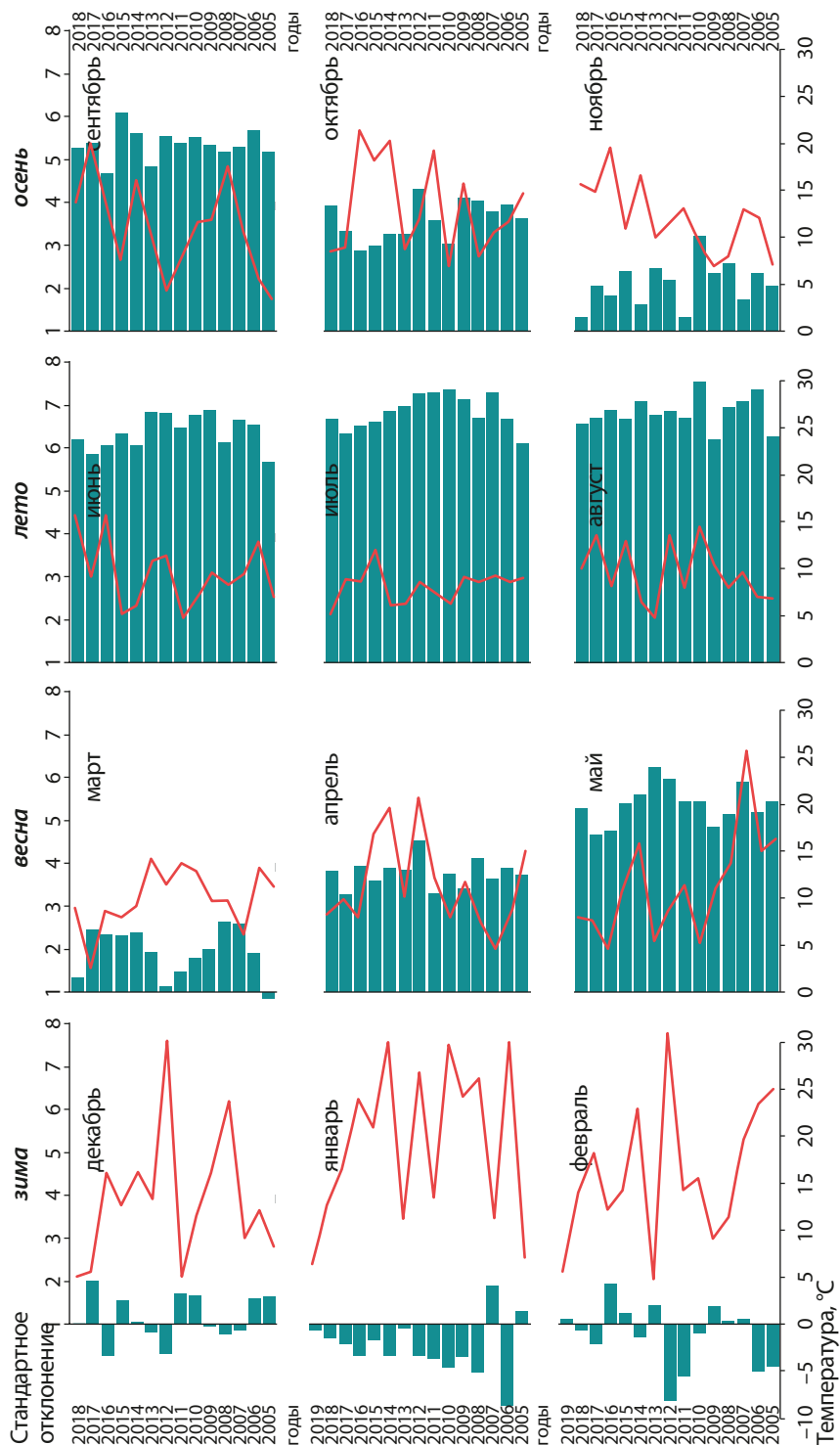


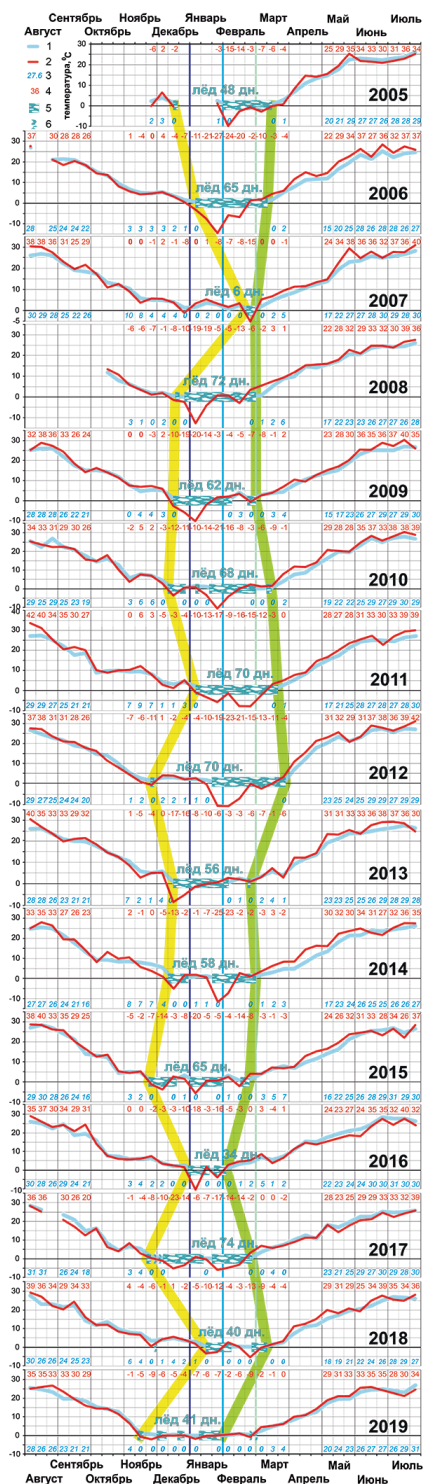
Рис. 3. Среднемесячная температура воздуха (гистограмма) и ее стандартное отклонение (линия) в 2005–2018 гг. на БНЭБ «Кагальник»

В ЮФО январь 2006 г. стал самым холодным с 1900 г. Подобных холодов здесь не наблюдалось с 1977 г. В феврале 2006 г. температурный фон также был пониженный, хотя отрицательные аномалии температуры воздуха были меньшими, чем в январе. В целом средняя температура первых двух месяцев 2006 г. имеет седьмой ранг среди самых низких значений с 1900 г. [Матишов и др., 2010]. Температура воздуха в восточной части Таганрогского залива понижалась до -27°C , а продолжительность ледостава превышала два месяца (65 дней) [Матишов и др., 2010] (рис. 5).

После суровой зимы 2005/2006 г. аномально теплой была зима 2006/2007 г. Только в феврале температура воздуха (до $-7\ldots -15^{\circ}\text{C}$) способствовала установлению в Таганрогском заливе непродолжительного (6 дней) ледового покрова.

К относительно суровым относится зима 2007/2008 г. (морозы до -19°C). Эта зима была наиболее ледовитой за 15 лет наблюдений. В Азовском море для судоходства сложились сложные условия: из-за продолжительных холодов толщина льда здесь значительно превышала норму. Холодный январь 2008 г. для ЮФО – в числе первых десяти самых холодных январей с 1891 г. [Матишов и др., 2010]. В феврале регион продолжал находиться под влиянием Сибирского антициклона. Температура воздуха неоднократно понижалась до $-10\ldots -13^{\circ}\text{C}$. Продолжительность ледостава в восточ-

Рис. 4. Начало (желтая линия) и окончание (зеленая линия) ледостава на БНЭБ «Кагальник». Среднесуточная (по декадам) температура воды (1, 3) и воздуха (2, 4) с максимальными (в теплый период) и минимальными (в холодный период) значениями, продолжительность ледостава (5), ледовые явления (6)



ной части Таганрогского залива достигла 72 дней, что на 7 дней превышает этот показатель зимы 2005/2006 г. (рис. 4).

В исследуемый период также наблюдались зимы со среднемесячными температурами, близкими к норме. Зимы 2008/2009 и 2009/2010 гг. по продолжительности ледостава были похожи (62 и 68 дней со льдом соответственно). Уже в ноябре наблюдались отрицательные температуры воздуха, а в середине декабря установился ледовый покров: в зиму 2008/2009 г. – почти на два месяца, за сезон лед становился дважды (рис. 4); в зиму 2009/2010 г. – 4 раза. Декабрь 2009 г. был теплее декабря 2008 г., к концу месяца ледяной покров разрушился. Температура воздуха в январе 2010 г. сильно колебалась (от 12 °C до –21 °C), что также не способствовало стабильности ледового покрова. При этом февраль и март 2010 г. были холоднее, чем соответствующие месяцы в 2009 г., лед наблюдался даже в марте 2010 г.

Зима 2010/2011 г. была холодной, а 2011/2012 г. – суровой (до –21 °C в феврале). Число дней со льдом в эти годы составило 70 дней, при этом первое становление льда в 2011 г. было отмечено уже в ноябре (3 дня). Ноябрь 2011 г. был одним из самых холодных, а ноябрь 2010 г. – одним из самых теплых за 15 лет наблюдений. При этом средняя температура декабря в 2010 и 2011 гг. была около 3 °C при минимумах –5 °C и –4 °C соответственно. Ледостав отмечен 7 января 2011 г. и 20 января 2012 г., ледовый покров продержался до середины второй и третьей декады марта соответственно.

Зима 2012/2013 г. по сумме отрицательных температур была умеренной, но при этом контрастной: значения среднемесячной температуры воздуха в декабре 2012 г. (–3 °C) были одними из наиболее низких, а в январе (около 0 °C) и феврале (1,9 °C) – одними из наиболее высоких за период наблюдений на БНЭБ «Кагальник» (с 2005 г.). Число дней со льдом за зимний период составило 56 дней.



Рис. 5. Экстремальная зима 2005/2006 г. в Азовском море (фото Р.М. Савицкого):
а – суда во льдах Азовского моря, б – припай в гирле Свином

Декабрь 2013 г. был относительно холодным (–0,8 °C), лед стал уже 15 декабря. Зимой 2013/2014 г. из-за колебаний температуры воздуха (от 5 °C до

–25 °С) наблюдалось неоднократное становление ледяного покрова. Холодные и снежные условия сложились только в третьей декаде января – начале февраля 2014 г., ледовый покров продержался до 1 марта. Зима 2013/2014 г. – вторая по экстремальности температур воздуха за последние 15 лет (после 2005/2006 г.), при сумме отрицательных температур за холодный период, соответствующей умеренному типу. Число дней со льдом – 58 дней – близко к соответствующему показателю предыдущего года.

Ноябрь 2014 г. – один из наиболее холодных за 15 лет наблюдений, среднесуточные отрицательные температуры наблюдались уже в первой декаде, а 22 ноября установился ледовый покров. Но рост температуры воздуха в декабре до 10 °С способствовал сходу ледяного покрова (рис. 4), а средняя месячная температура декабря оказалась около нуля. Январь и февраль 2015 г. характеризовались высокой контрастностью температур (от 8 до –20 °С и от 11 до –14 °С соответственно) с длительной оттепелью в середине зимнего периода. По сумме среднесуточных отрицательных температур за холодный период зима относится к категории мягких. При этом ледовый покров устанавливался трижды, а общее число дней со льдом за зимний период достаточно велико – 65 дней.

Зима 2015/2016 г. оказалась теплее предыдущей. Среднемесячная температура декабря составила 2,5 °С, а февраль был самым теплым за 15 лет наблюдений (среднемесячная температура 4,3 °С). Только январь был относительно холодным со среднемесячной температурой –4,2 °С, что позволило установиться непродолжительному ледовому покрову (34 дня).

Зима 2016/2017 г. началась самым холодным декабрем за все время наблюдений на БНЭБ «Кагальник», среднемесячная температура составила –3,3 °С. Но ожидания суровой зимы не оправдались. Январь и февраль были умеренными, со средними месячными температурами около –2 °С, при этом колебания температуры воздуха составили от –16,9 до 8,4 °С и от –14,4 до 10,9 °С соответственно. Такие контрасты температур обусловили неоднократное становление льда, общая продолжительность ледостава за зиму составила 74 дня.

После достаточно теплого ноября 2017 г. (4,7 °С) наступил самый теплый за 15 лет наблюдений декабрь со средней месячной температурой 4,6 °С. Зимнее похолодание пришло только в январе 2018 г., что позволило установиться ледовому покрову, разрушенному оттепелью во второй декаде февраля. Морозная погода (до –12 °С) в конце февраля – первой декаде марта способствовала вторичному замерзанию гирла. Общая продолжительность ледостава составила 40 дней; зима 2017/2018 г. по сумме отрицательных температур относится к типу мягких.

Начало ледовых явлений (неполный ледостав) в зимний период 2018/2019 г. было отмечено в середине ноября. Ноябрь 2018 г. – самый морозный за время наблюдений на БНЭБ «Кагальник» (средняя месячная температура воздуха 1,4 °С). Средняя температура последующих декабря, а также января и февраля 2019 г. – около 0 °С. При этом колебания температур в эти месяцы (от –5,7 до 7,5 °С, от –7,3 до 8,5 °С и от –9,3 до 8,8 °С соответственно) не позволили об-

разоваться устойчивому льду. Непродолжительный ледостав за период мягкой зимы 2018/2019 гг. отмечался 5 раз.

Общий анализ ледового режима за 15 лет наблюдений в вершине Таганрогского залива в дельте Дона на БНЭБ «Кагальник» показал существование двух видов ледостава: первый – с неоднократным становлением/таянием льда и второй – с единственным за зиму замерзанием гирла (рис. 2); связи с типом зимы не выявлено. Однократное становление льда наблюдалось в 2005/2006 г. (суровая зима), 2006/2007 г. (мягкая) и 2010/2011 г. (умеренная). Непродолжительный ледостав (3–5 дней) в начале зимы и длительный в конце отмечен в 2004/2005, 2007/2008 и 2011/2012 гг. (умеренные и суровая зимы). Длительный ледостав в первой половине зимы и краткое становление льда в конце холодного периода наблюдалось в 2008/2009 и 2012/2013 гг. (умеренные зимы). Сильные колебания температуры воздуха зимой 2009/2010, 2013/2014–2018/2019 гг. (умеренные и теплые зимы) не способствовали стабильности ледового покрова (ледостав наблюдался до 5 раз за холодный период).

В исследуемый период 2005–2019 гг. самыми ледовитыми (рис. 2, 4, 6) были зимы 2005/2006, 2007/2008, 2010/2011 и 2011/2012 гг. (65–72 дней со льдом), зимы 2004/2005, 2008/2009, 2009/2010, 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2016/2017 гг. можно считать умеренными, а зимы 2006/2007, 2015/2016, 2017/2018 и 2018/2019 гг. – мало ледовитыми. Средняя толщина льда в зимние периоды 2007/2008–2017/2018 гг., по данным БНЭБ «Кагальник», варьировала в интервале 7–25 см, максимальная толщина припая составила 48 см (февраль 2012 г.) (рис. 6).

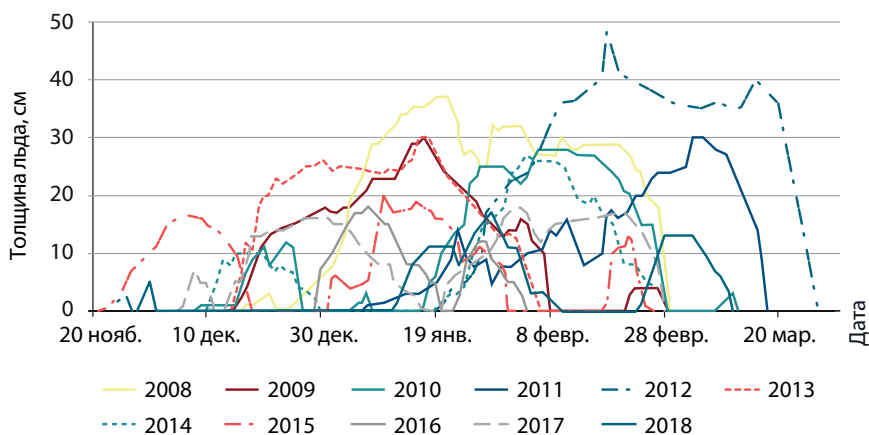


Рис. 6. Толщина льда (см) в зимний период 2007/2008–2014/2015 гг., по данным БНЭБ «Кагальник»

Для количественной оценки степени связи числа дней с ледоставом с суммой среднесуточных отрицательных температур воздуха, по данным БНЭБ «Кагальник», было построено регрессионное уравнение. Полученная зависимость между суммой среднесуточных отрицательных температур воздуха за сезон и числом дней со льдом за сезон оказалась статистически значима (уровень

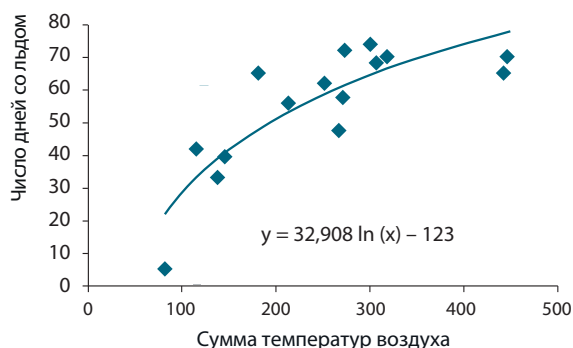


Рис. 7. Степень связи числа дней с ледоставом с суммой среднесуточных отрицательных температур воздуха, по данным БНЭБ «Кагальник»

зимний сезон. В многолетней динамике отмечен небольшой рост средней месячной температуры воздуха для января и ее снижение – для ноября (после наиболее теплого 2010 г.). Отмечено увеличение частоты мягких зим с неоднократным становлением ледового покрова, особенно в последние годы.

Благодарности

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № госрегистрации проекта АААА-А18-118122790121-5. Автор выражает благодарность всем сотрудникам БНЭБ «Кагальник» ЮНЦ РАН, проводившим на протяжении 15 лет гидрометеорологические наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т. 3. Азовское море. Л., 1986. 218 с.

Матишов Г.Г. Влияние изменчивости климатического и ледового режимов на судоходство // Вестник Российской академии наук. 2008. Т. 78. № 10. С. 896–902.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Сорокина В.В., Левитус С., Смолляр И.В. Внутривековые флуктуации климата Азовского моря (по термохалинным данным за 120 лет) // Доклады Академии наук. 2008а. Т. 42. № 1. С. 106–109.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М. Климатогенные изменения экосистем южных морей в условиях антропогенных воздействий // Известия РАН. Серия географическая. 2008б. № 3. С. 26–34.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М., Дашкевич Л.В. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века // Вестник Южного научного центра. 2010. Т. 6. № 1. С. 33–40.

Матишов Г.Г., Чикин А.Л., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В., Чикина Л.Г. Ледовый режим Азовского моря и климат в начале XXI века // Доклады Академии наук. 2014. Т. 457. № 5. С. 603–607.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Дашкевич Людмила Владимировна – к.г.н., в.н.с. ЮНЦ РАН; ldashkev@ssc-ras.ru

значимости 99 %), а коэффициент корреляции r составил 0,86 (рис. 7). Следует отметить, что используемый ряд наблюдений БНЭБ «Кагальник» небольшой: всего 15 зим за период 2005–2019 гг.

Таким образом, анализ данных ежедневного мониторинга БНЭБ «Кагальник» за период 2005–2019 гг. выявил следующие климатические изменения в дельте Дона в