



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Экологии и биоресурсов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистранта

На тему «Экологическая безопасность экосистемы Азовского моря
с учетом природных и антропогенных процессов»

Исполнитель Павляк Мария Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«14» июня 2019 г.

Санкт-Петербург
2019



«

»

«

»

(, ,)

(,)

(, ,)

«

»

()

(,)

(, ,)

«__» _____ 2019_ .

	.....	3
1.1.	.....	7
1.2.	.....	15
1.3.	.....	20
2.1	.....	22
2.2	.....	25
2.3	.....	29
2.4	.....	34
2.5	.....	37
2.6	.....	41
2.7.	.....	44
2.8	.....	54
3.	.....	59
3.1	.....	60
3.2	.....	62
4.	.....	68
4.1	.....	68
4.2	.....	70
	.....	72
	.....	73

1950 - 1980 .

()

7000 ,

.

—

,

.

:

,

,

,

,

,

∴

,

,

,

,

∴

(

)

,

;

(

/

)

,

.

10.01.2002 N 7- (. 29.07.2018)

« 1 « » -

, « » -

(,)

. « » -

, « - » -

, () , ,

« » - ,

[1].

1.1.

(4), (4 - 3)

-

39 . ², - 290 ³,

- 15 , - 7 ,

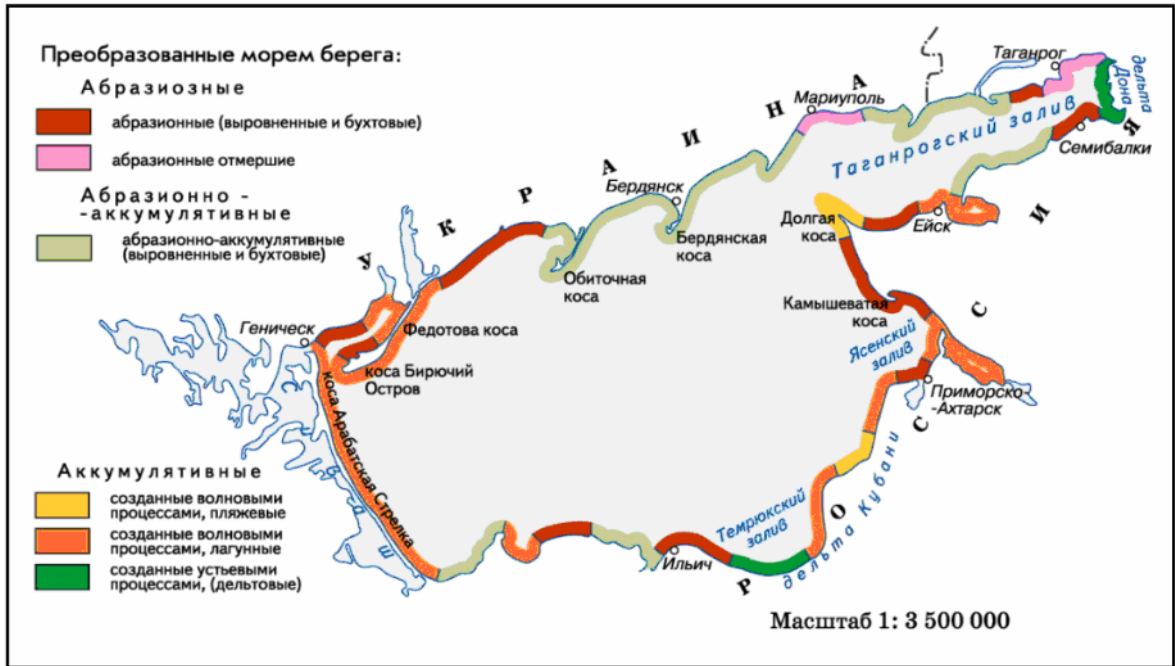
- 2 9 .

1.1



1.1 –

[2]



1.2 –

[2]

1.3



1.3 –

[2]

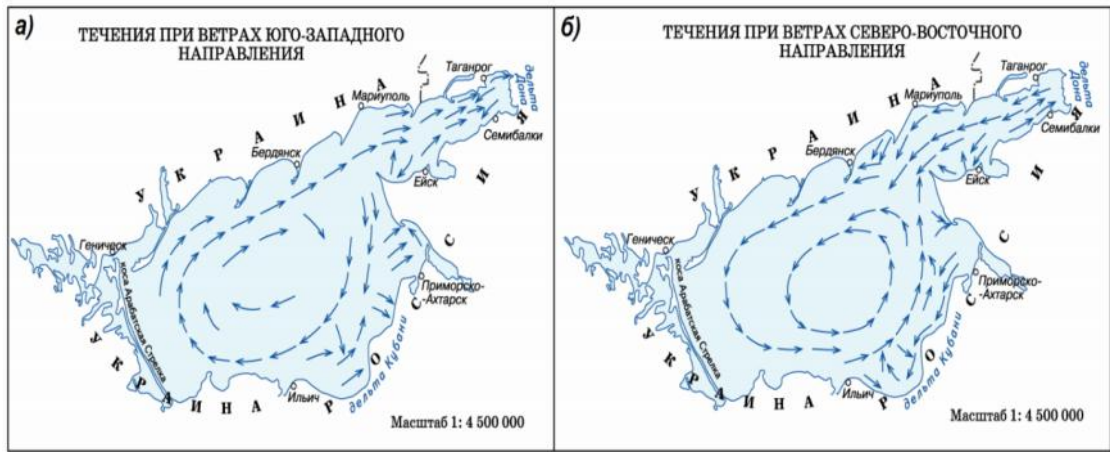
-2 ,

3 .

- 6 .

1.4

1



1.4 –

- () -

()

[2]

10 / . (15 – 20 /)
60 – 70 / .

[2].

()
(),

XXI

XX

—
—
—
—
—

;
;
;
;
.

;

□

;

□:

[6].

, 2014,2015,2016;

, (, 2008;

, ,

.

,

()

.

—

,

(—)

.

,

,

.

,

—

,

—

,

.

—

,

,

.

,

,

.

.

,

[PSMSL],
[« » .V. 1991; , 2003].

,

ICES, FAO .

2.

, , .
, , .
, - .
, , .
, .
:
- (.
);
- (.);
- (, .);
, .
- - :
- ;
- , ;
- .

2.1

.
.

,

1 - 3 ° .
24 - 25 ° .

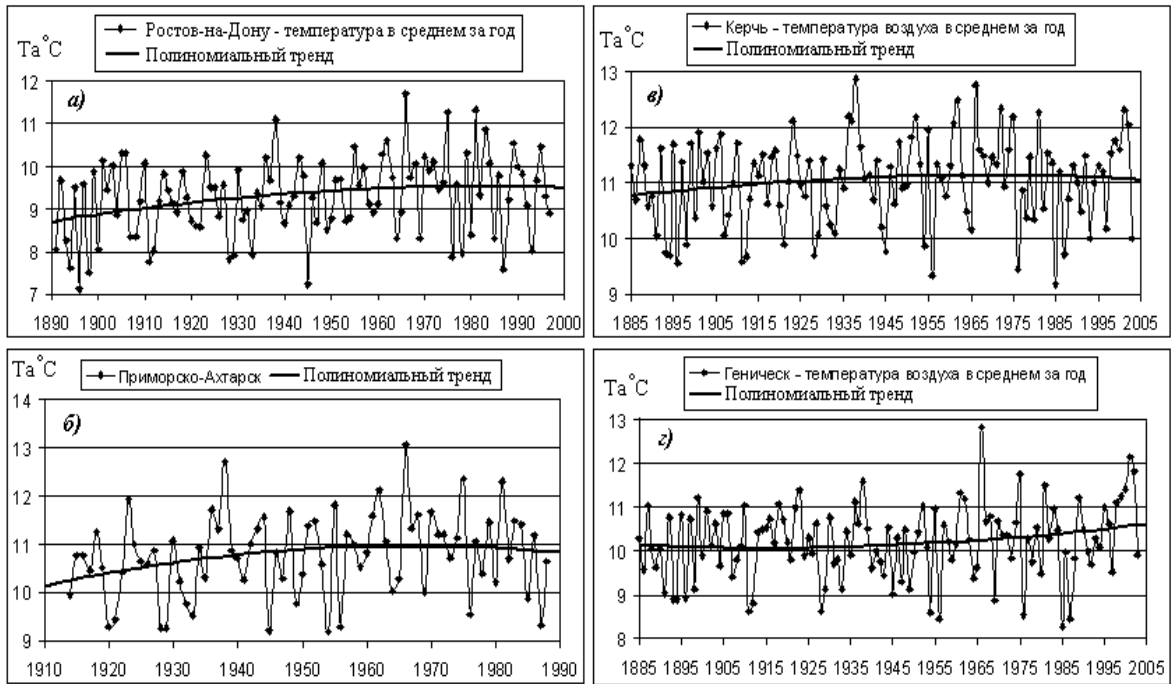
— ,
30 ° [2].

28 °С,

1 ° .

[9].

2.1



2.1

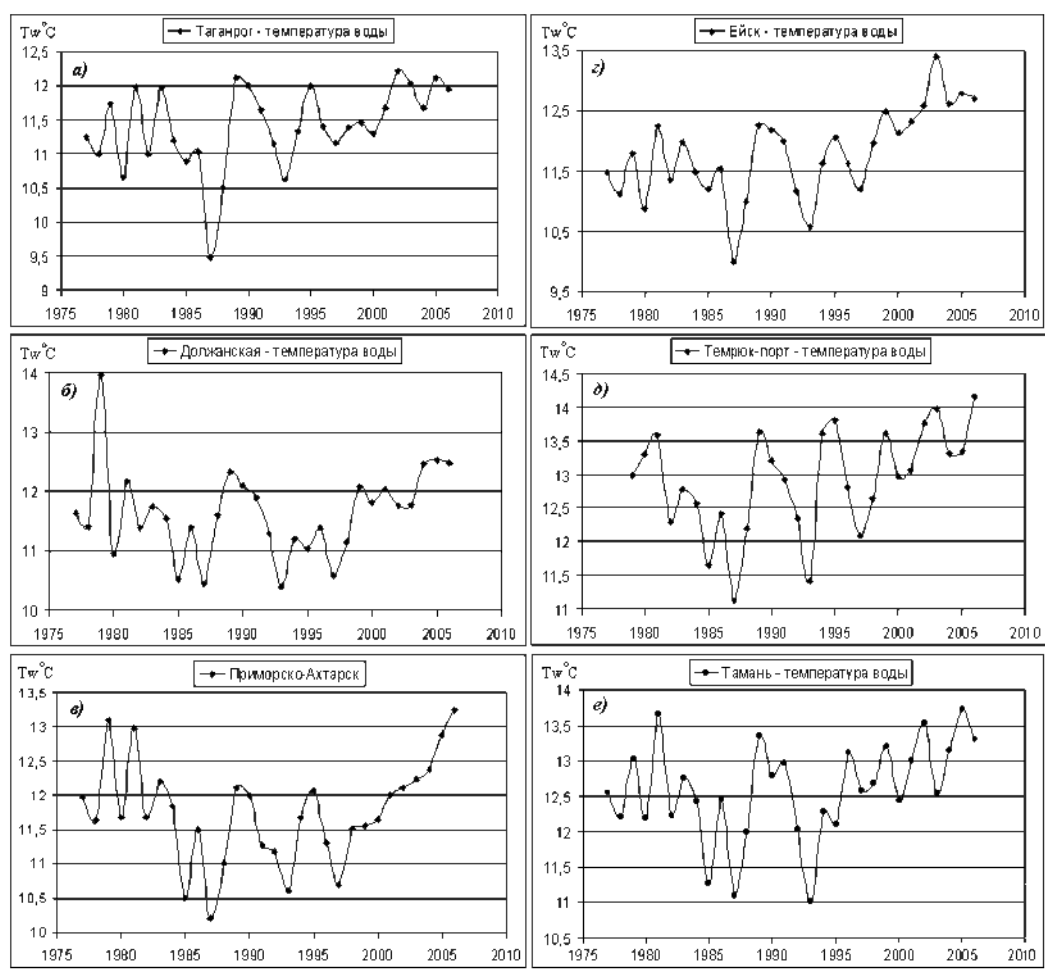
— ;) — ;) — ;) — [10]

1930- 1960-
1940- .

1960- . 1990- .

2.2

[11].



2.2 –

) – ;) – ;) –) – [10] ;) – ;) –

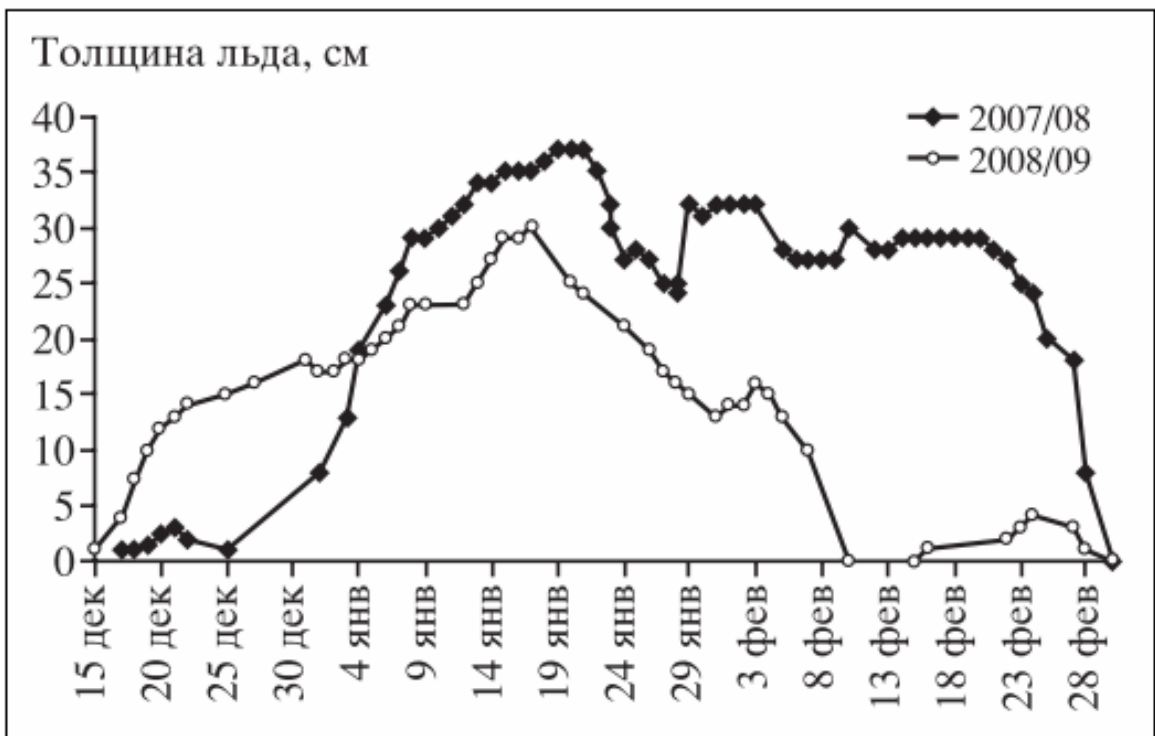
, , ,
, .

() .
.

()

(. 2.3-2.4).

2004 - 2009 .
65-70 - 2005/2006 2007/2008 ., 2004/2005
2008/2009 .
2007/2008 2008/2009 .
30 - 40 (2.3).



2.5 – 2007/2008
 2008/2009 . [13]

2005/2006 .
 50 ,
 2006 . 1900 .
 (65).
 2007/2008 .
 – 19... – 23 ° .
 2008 .
 1891 .
 – 10... – 13 ° .

70 , 5

2005/2006 .

2008/2009 .

2005/2006 2007/2008 .

21

50 - 70 . ,

· ,

·

,

,

·

(

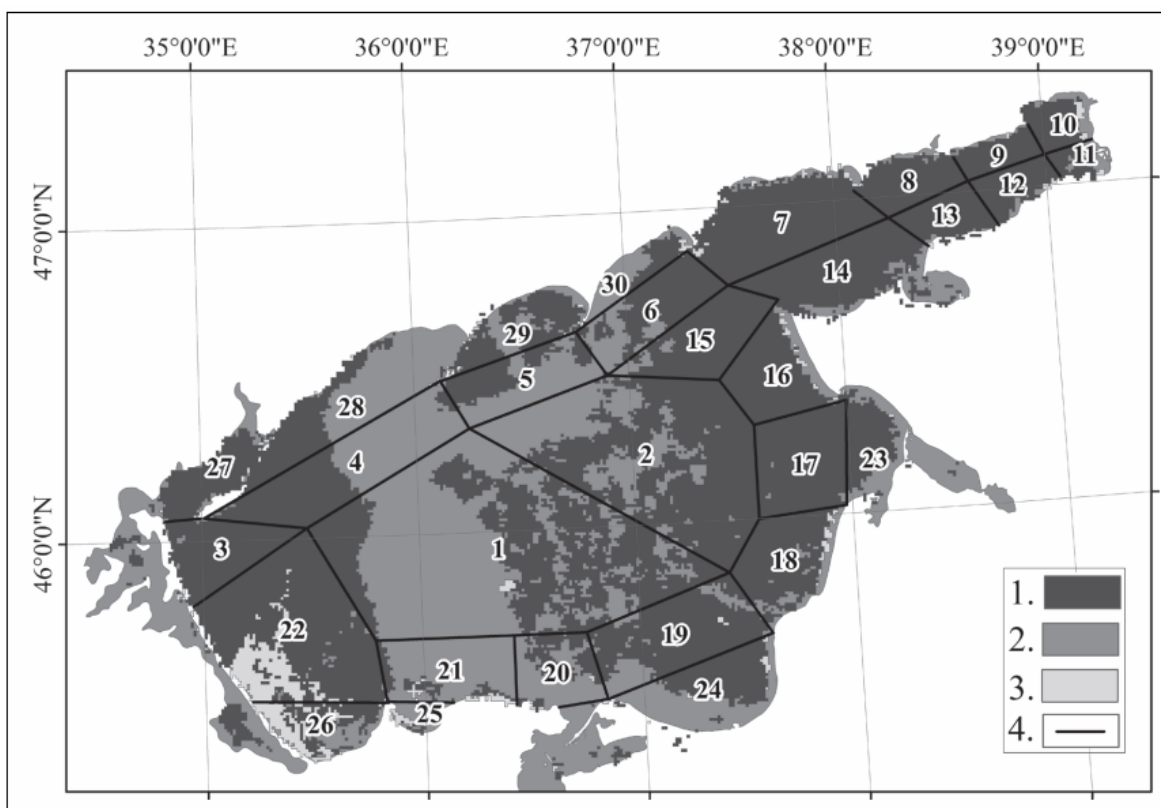
)

,

·
MODIS,

MODIS

·
2.4.



2.4 –

MYD29.A2012078.0915.005.2012078195003.hdf (18.03.2012) []

1 – ; 2 – ; 3 – ; 4 –

[14]

2.4

– MODIS

Aqua (2),

моря. Видно, что большая часть Азовского моря покрыта льдом, который на дешифрованном снимке отмечен черным цветом. Стоит сказать, что это один из немногих снимков отснятый при практически безоблачной погоде [13, 14].

2.3 Сезонная и многолетняя изменчивость речного стока в море

Рельеф дна Азовского моря характеризуется однообразием и незначительным уклоном поверхности. Наибольшая глубина моря 14 м в

центральной части, средняя – 8.5 м. Глубины моря несколько возрастают от устья р. Дона в юго-западном направлении к Керченскому проливу и устью р. Кубань. В связи с сокращением материкового стока в последние годы отмечается некоторое повышение солености [36].

Характер гидрологических и гидрохимических процессов в Азовском море формируется под влиянием речного стока, климатических процессов, водообмена с Черным морем и заливом Сиваш.

Соленость Азовского моря, на полтора порядка ниже солености Черного моря и в три раза ниже вод океана. Это вызвано значительным объемом атмосферных осадков и небольшим поступлением вод с Черного моря.

Около 20 мелких и 2 крупные реки (Дон и Кубань) впадают в Азовское море. На рисунке 2.5 показана многолетняя изменчивость значений суммарного речного стока в Азовское море.

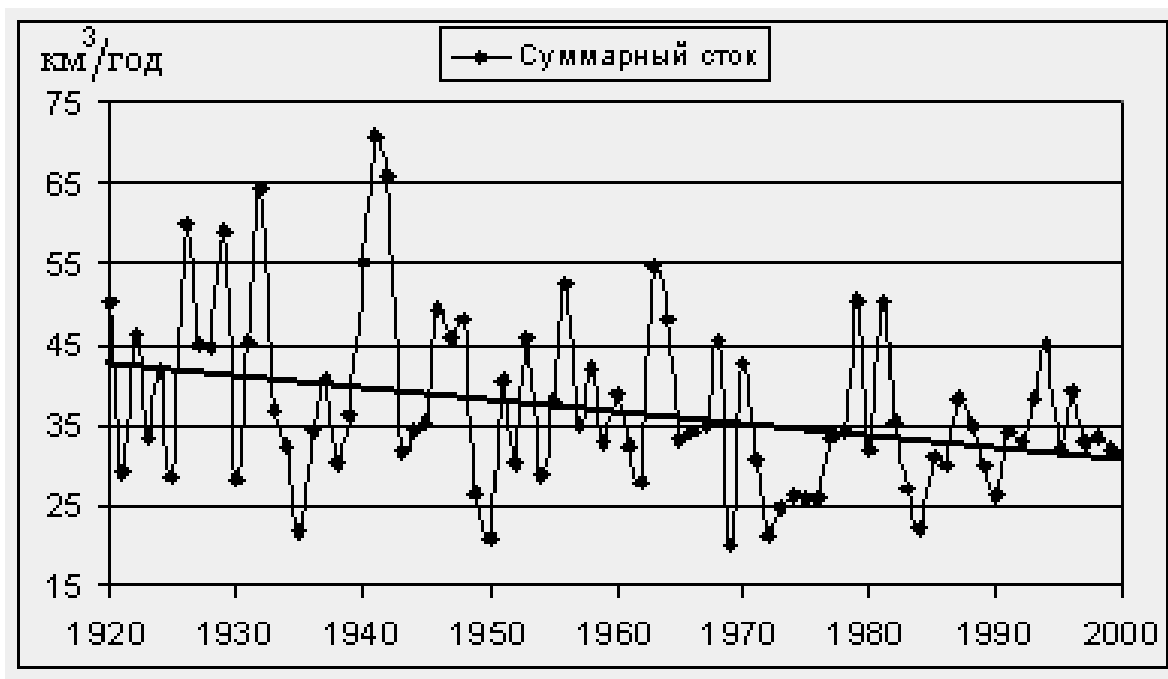


Рисунок 2.5 – Многолетняя динамика величин суммарного речного стока в Азовское море [5]

Видно, что динамика речного стока имеет явную межгодовую и многолетнюю изменчивость. Также на рисунке 2.5 определен значимый отрицательный тренд, который демонстрирует наличие долговременной тенденции к снижению речного стока в Азовское море.

Разность атмосферного давления называют Северо-Атлантическим колебанием (NAO) используют в качестве степени интенсивности переносов воздушных, водных масс и тепла. Индекс атмосферной циркуляции NAO, широко используется в изучения колебаний климата и их причин.

Существуют различные варианты индекса NAO. Наиболее часто используется разность давления между Азорскими островами и Исландией, осредненная за 3 зимних месяца – индекс NAO_1 .

Несколько реже используют разности давления между пунктами Лиссабон и Стиккисхоульмюр, осреднённые за 4 зимних месяца (декабрь – март) – NAO_2 .

Кроме того, применяют непосредственную разность давлений между центрами действия атмосферы – NAO_3 .

А также разности давления на меридиане, между точками с координатами 45° с.ш., 30° з.д. и 60° с.ш., 30° з.д., осреднённые за три зимних месяца – NAO_4 .

В работе был разработан обобщенный индекс Северо-Атлантического колебания ($NAO_{об}$) представляющий собой первую главную компоненту разложения четырех наиболее распространенных индексов NAO на естественные ортогональные функции.

Достаточно эффективным является также традиционный метод использования в качестве показателей климатических колебаний форм атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса, широко используемый в обобщающей работе.

Известно, что географическое положение Сибирского антициклона подвержено значительной временной изменчивости и его отроги способны достигать побережья Азовского моря. Поэтому исследование влияния

данного центра действия атмосферы на климат региона Азовского моря представляется целесообразным.

Произведён комплексный анализ взаимосвязей между гидрологическими, климатическими, океанологическими процессами в Азовском море и его бассейне. Увеличение интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой будет сопровождается понижением температуры воздуха и воды на Азовском море и снижением количества атмосферных осадков и речного стока крупных рек. Это в свою очередь это приведёт к увеличению приток высокосолёных вод Черного моря в Азовское и снижения уровня на фоне сокращения речного стока из-за которого произойдет изменение солёности Азовского моря.

Очевидно, роль Сибирского антициклона заключается не только в выхолаживании отдельных территорий Ростовской области и Краснодарского края (осенью и зимой), но и влияет на траектории атлантических циклонов. Он смещает их немного к северу, из-за чего снижается количество атмосферных осадков в акватории Азовского моря, что в свою очередь приводит к росту солёности морских вод.

На рисунках 2.6 – 2.8 проиллюстрированы основные выявленные особенности [15, 16].

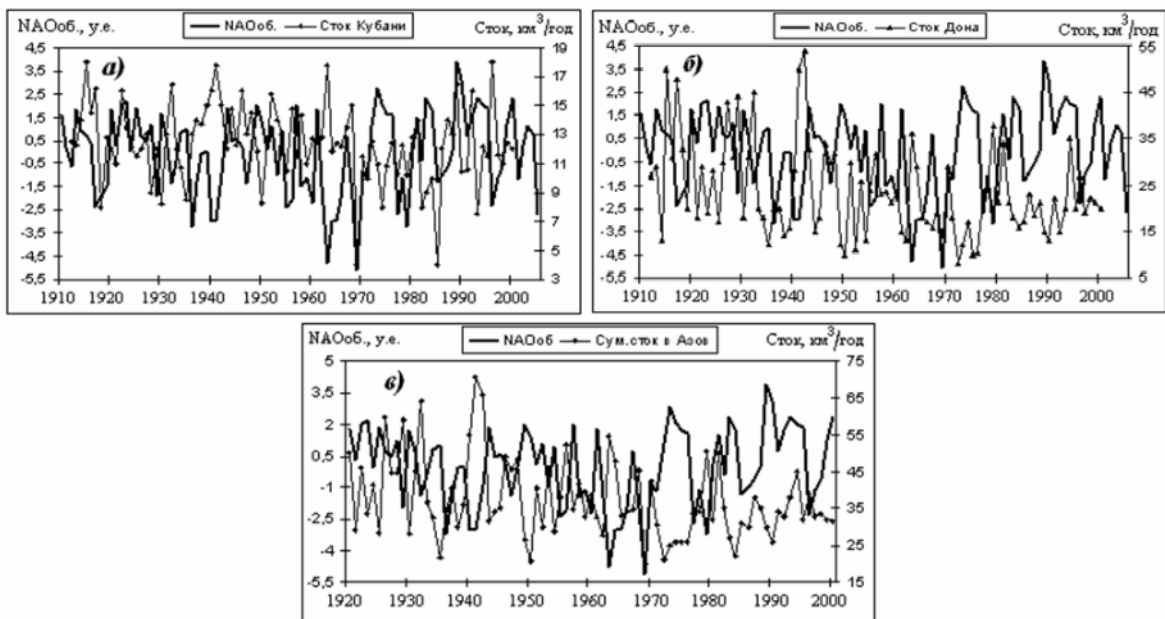


Рисунок 2.6 – Сравнение многолетней динамики речного стока рек Кубань (а), Дон (б) и суммарного стока в Азовское море с изменчивостью обобщенного индекса Северо-Атлантического колебания [Дроздов, 2010]



Рисунок 2.7 – Сравнение многолетней динамики величин притока черноморских вод в Азов с изменчивостью обобщенного индекса Северо-Атлантического колебания [Дроздов, 2010]

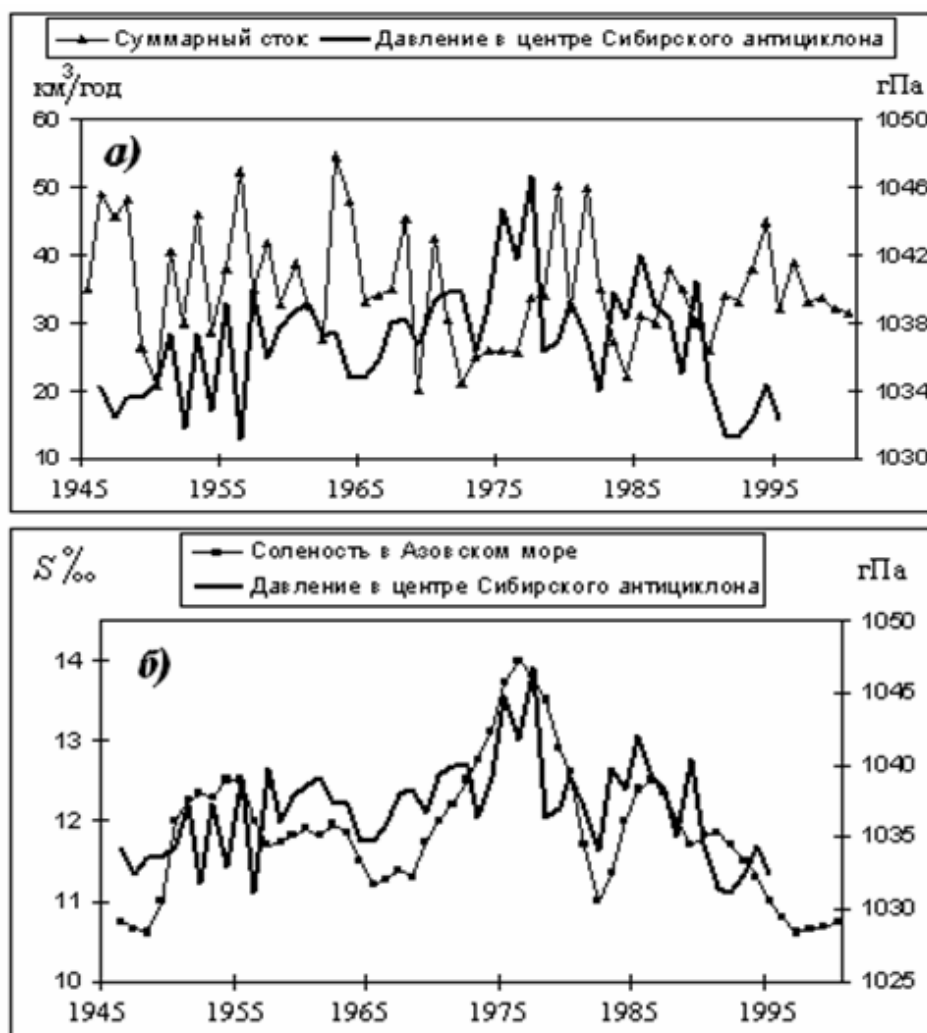


Рисунок 2.8 – Сравнение многолетней динамики давления в центре Сибирского антициклона с суммарным речным стоком (а) и соленостью Азовского моря (б) [Дроздов, 2010]

2.4 Сезонная и многолетняя изменчивость солености воды

Солевой баланс Азовского моря складывается под влиянием поступления вод с речным стоком и притока из Черного моря.

Распределение солености в условиях естественного поступления речных вод было довольно однородным, горизонтальные градиенты наблюдались только в Таганрогском заливе, на выходе из которого соленость составляла 6 – 8 ‰, а на акватории открытого моря соленость составляла 10 – 11 ‰.

В результате современных исследований, выявлено, (на основе материалов ФГБНУ «АзНИИРХ» за период 1998 – 2016 гг.), что в период с 2007 по 2016 гг. наблюдалось снижение среднегодового объема стока реки Дон и осолонения Азовского моря по сравнению с периодом в 1998 – 2006 гг.

Значительная роль в формировании солености Азовского моря принадлежит водообмену с Черным морем, а также речному стоку. Следует отметить, что снижение речного стока является решающим фактором осолонения моря, так как суммарный сток двух крупных рек Дон и Кубань составляет 95 %.

При анализе динамики солености Азовского моря было установлено, что период с 1998 по 2006 гг. характеризовался средним значением солености в среднем 10,4 ‰, а период с 2007 по 2016 гг. – в среднем 12,0 ‰, а в Таганрогском заливе в данные периоды порядка 6,1 ‰ и 8,3 ‰.

На основании вышеизложенного можно заметить, что повышение солености в Таганрогском заливе не является лимитирующим фактором, влияющим на фотосинтетическую активность фитопланктонного сообщества. Пик солености в 2016 г. в Таганрогском заливе привел к росту уровня первичного продуцирования органического вещества, но при этом увеличение солености в среднем до 12,0 ‰ в Азовском море наоборот приводит к снижению продуцирования органического вещества (вследствие смены таксономической группы фитопланктона).

Повышение солености Азовского моря приводит к формированию стратификации водных масс по содержанию кислорода во все сезоны года, особенно это выражено в Таганрогском заливе, что увеличивает риск возникновения заморозов в весенний и осенний периоды. На изменение солености в Таганрогском заливе влияют ветровые явления. Восточным и северо-восточным ветрам соответствуют сгонные явления, вода из Таганрогского залива выходит в Азовское море, а залив вбирает в себя пресные воды из реки Дон. Западным и юго-западным ветрам соответствуют нагонные явления, при которых наоборот, соленая вода из Азовского моря

поступает в Таганрогский залив, где она встречается с встречным потоком пресной воды.

При анализе изменения солености Азовского моря удалось определить несколько периодов с разнонаправленными тенденциями процессов осолонения, опреснения или стабилизации.

С 2006 г. в Азовском море наблюдается период осолонения, который продолжается до сих пор. На рисунке 2.9 представлены данные исследований, которые проводились по стандартной сетке станций, для построения графика взяты данные среднего значения.

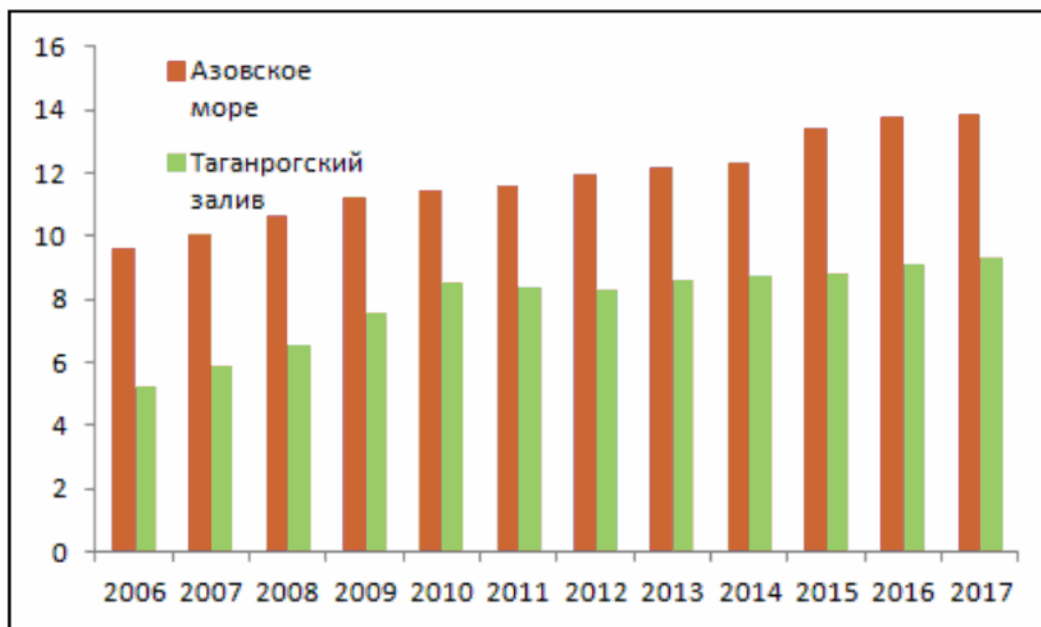
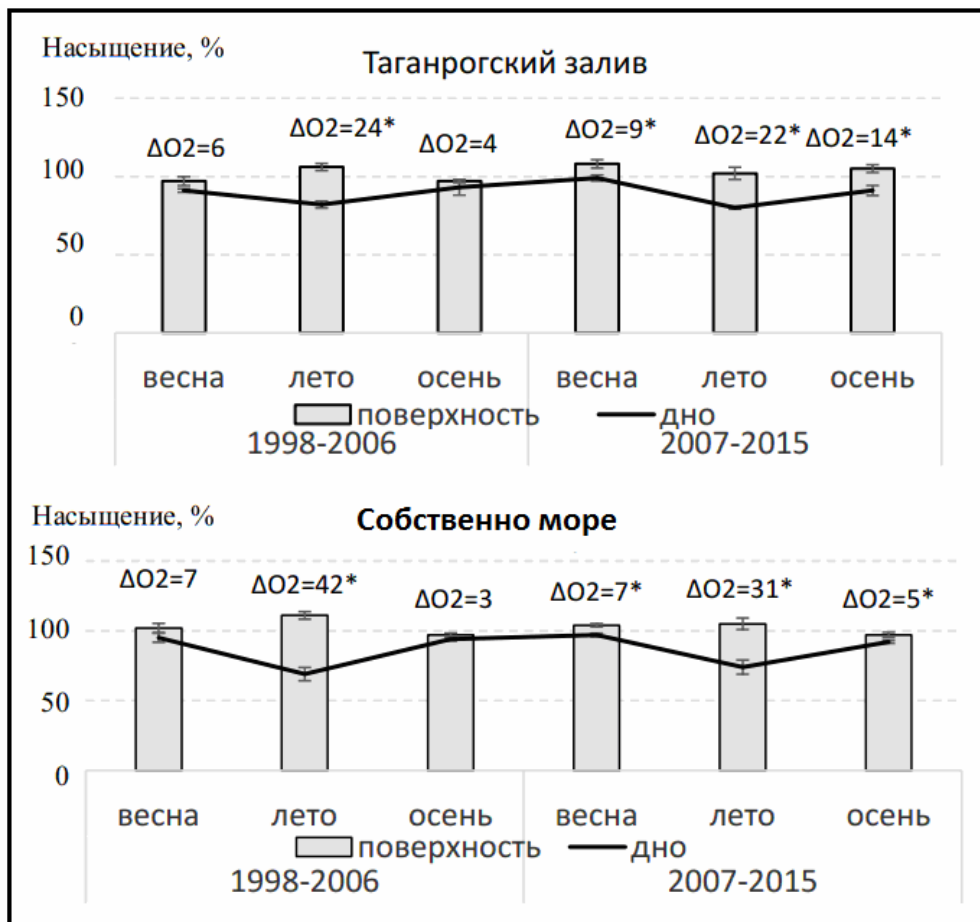


Рисунок 2.9 Изменение солености Азовского моря и Таганрогского залива, 2006 – 2017 гг., ‰ [И.Д. Кузнецова, 2018]

Заметен рост солености в Азовском море и Таганрогском заливе. В августе 2016 г. максимум солености Азовское море наблюдалось в районе косы Арабатская стрелка – 14 ‰, Таганрогский залив в районе Долгих островов – 13 ‰. Средняя соленость Азовского моря – 13,8 ‰, а Таганрогского залива – 9,1 ‰. Август 2017 г. максимум солености Азовское море наблюдалось в районе Утлюкского лимана – 14,2 ‰, Таганрогский



2.10 –

, %

, 1998

– 2015 , 2 –

; * –

[17]

, 60- ,

1961 .

[8].

() .

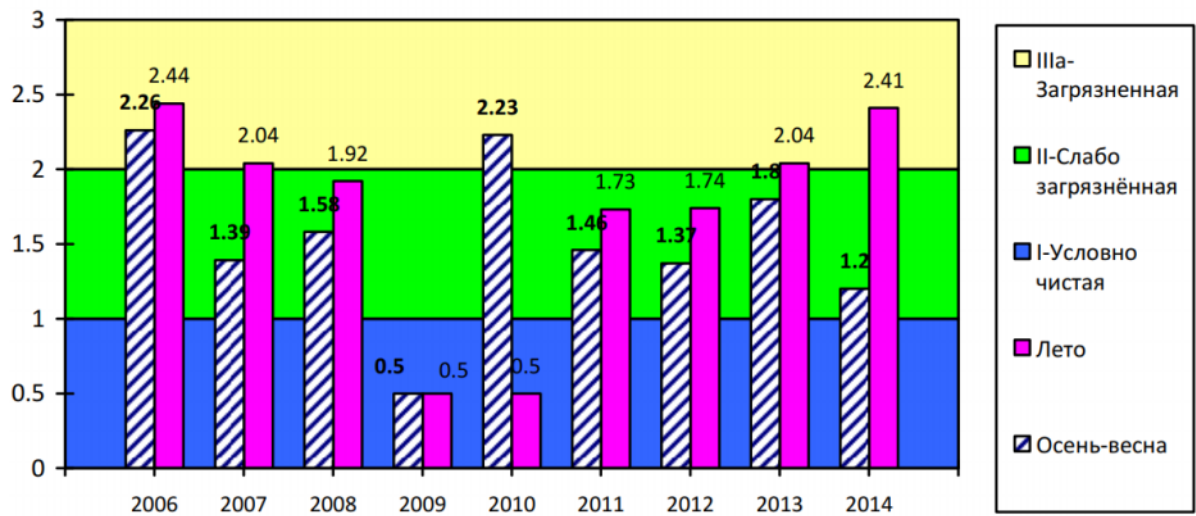
« » (. ,

.) . ,

(2.11).

() ,

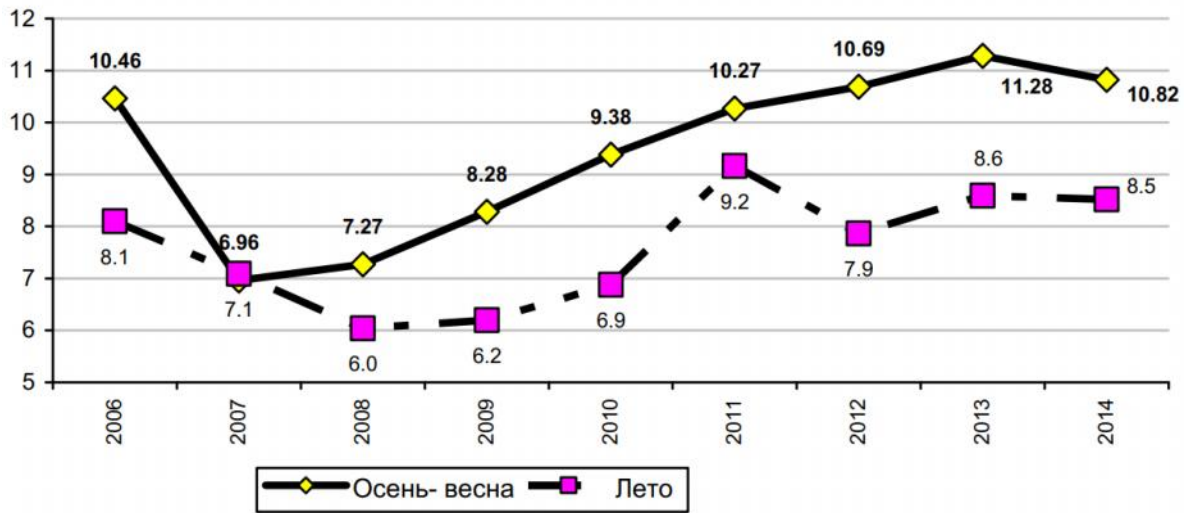
100 () .



2.11 –

[18]

(2.12)



2.12

(/ 3) [18]

[17, 18].

(. . . , . . . , . . . , . . . , . . .
 . . . , . . .).
 :

$$V + V + V + V_c - V_c - V - V'_A = B,$$

- $V_p -$;
- $V_{oc} -$, ;
- $V -$;
- $V , -$;
- $V_c -$;
- $V -$;
- $V'_A -$;

B -

(0,059 ^{3/})

—

570 . ²,

85 %

()

" "

,

,

,

.

.

,

.

,

—

,

.

1,5³

–

0,4³.

–

[19].

[32, 33].

77 – 67³,

– 51 – 38

³.

32 – 43³,

– 22 28^{3/} .

[34, 35].

2.7.

.

.

4 :

- ().
- ().
- (, ,).
- (, ,).

- ,

.

, 40 - 160 6,5

[20].

2.13



2.13 –

()

()

[2]

2

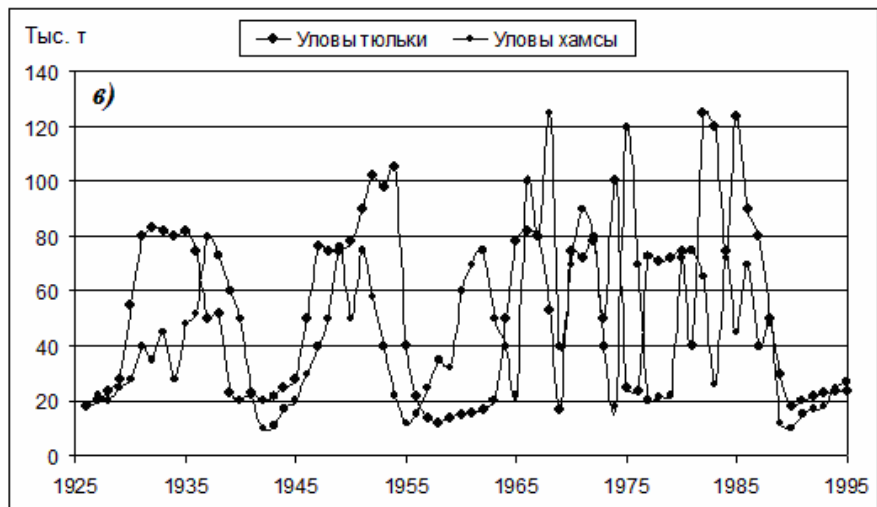
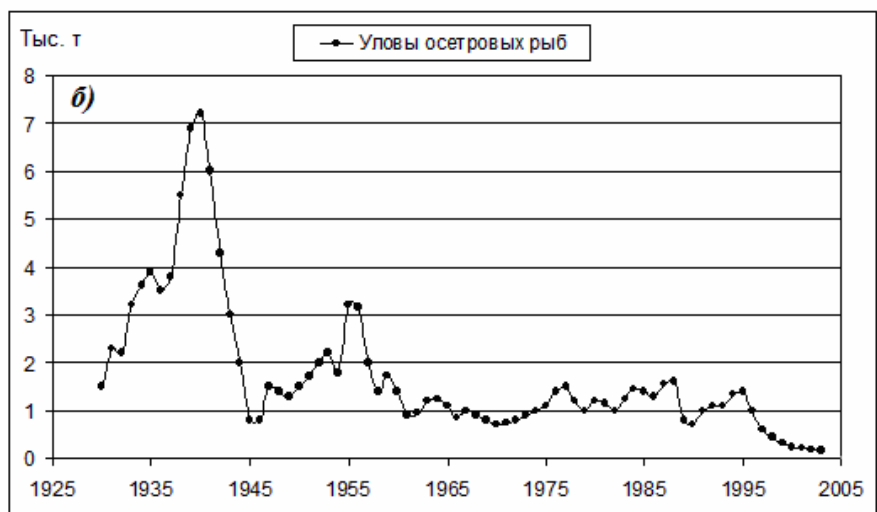
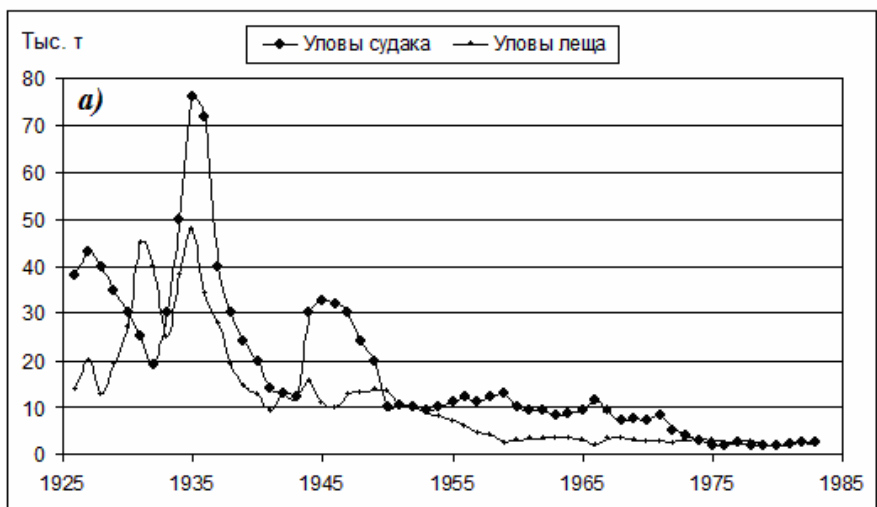
60- . – 80- 90- 60-
80- . 150 / ³.

3 – 4 ,

2.14

30- . 40 - .
4 .

，
.
().
.
.
1920- . 1940- .
1960- 1990- .
.



2.14 –

:) , ;) ;) ,

[2]

2.15



2.15 –

[2]

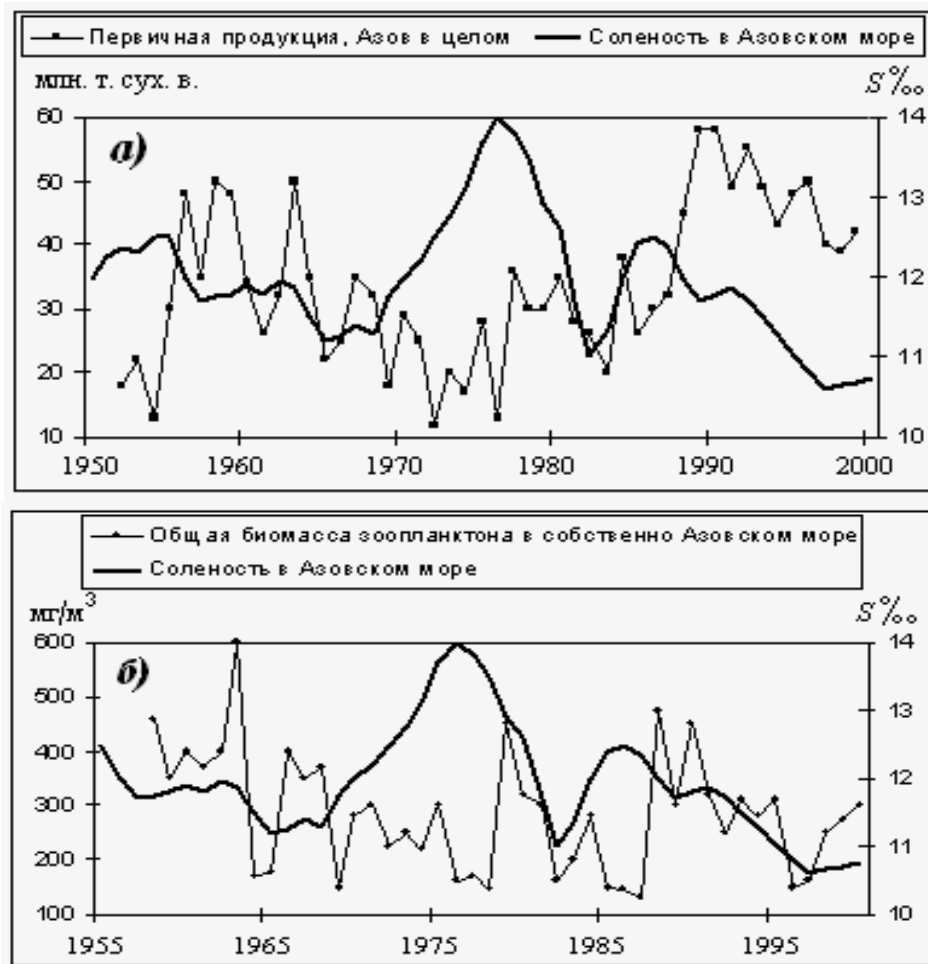
1940-

50-

21

2.16

8 11 ‰.



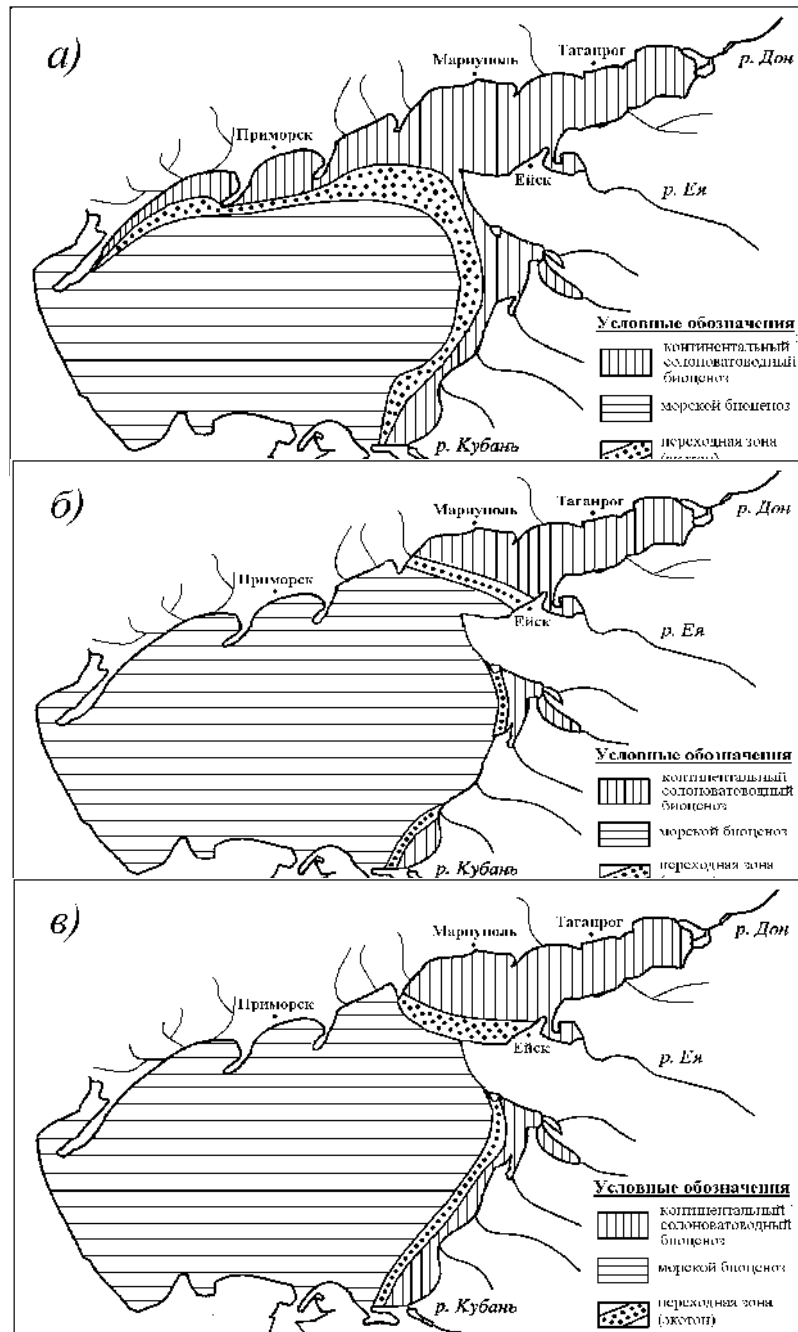
2.13

()

()

[2]

2.14



2.14 –

:) 1936 – 1951 ;) 1974 – 1976 .) 2000 –
2004 . [2]

2.14 (),

40 %

2 ‰

,

5 – 8 ‰

, -

,

,

1930 .

2.14 ()

70- .

(

).

(,).

2.14 ()

, [21].

130 - (29

, 38 , 39

15).

-

,

.

.

,

,

[22].

3 10 .

3000 ,

(51%

),

(15%),

(22%) [23].

.

,

[9].

2.8

,

-

—

· ,
,

, ,

,
—

,

[24].

—

·

,

—

·

,

[25].

42

,

«

»

(

2.15).

(, -),

(),

—

(

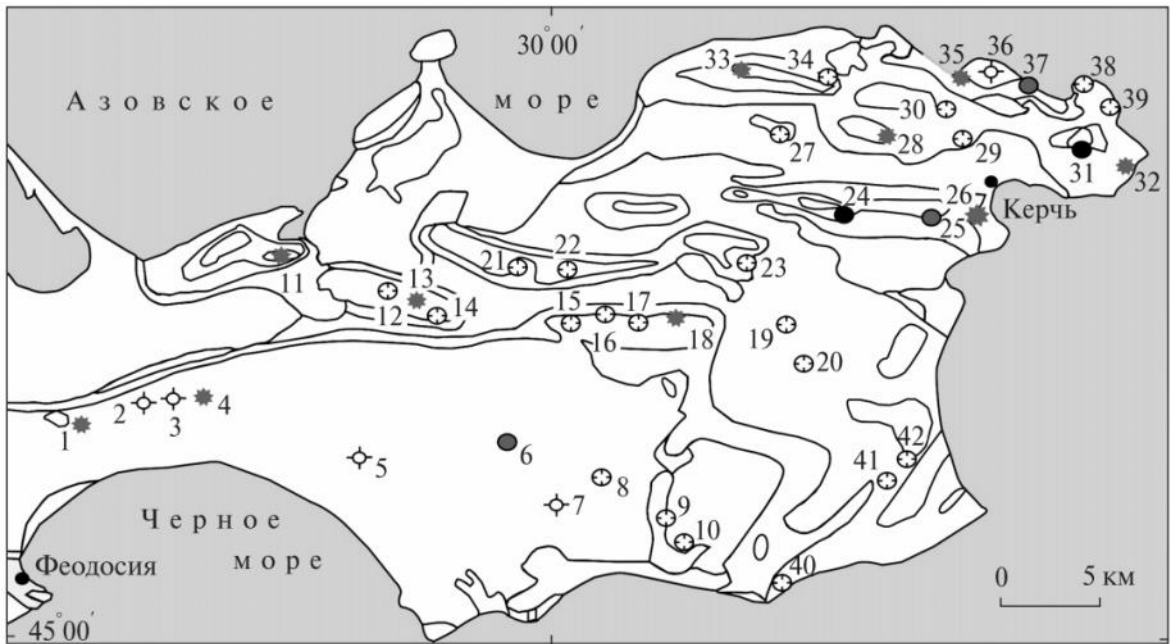
-

.),

(

.),

·



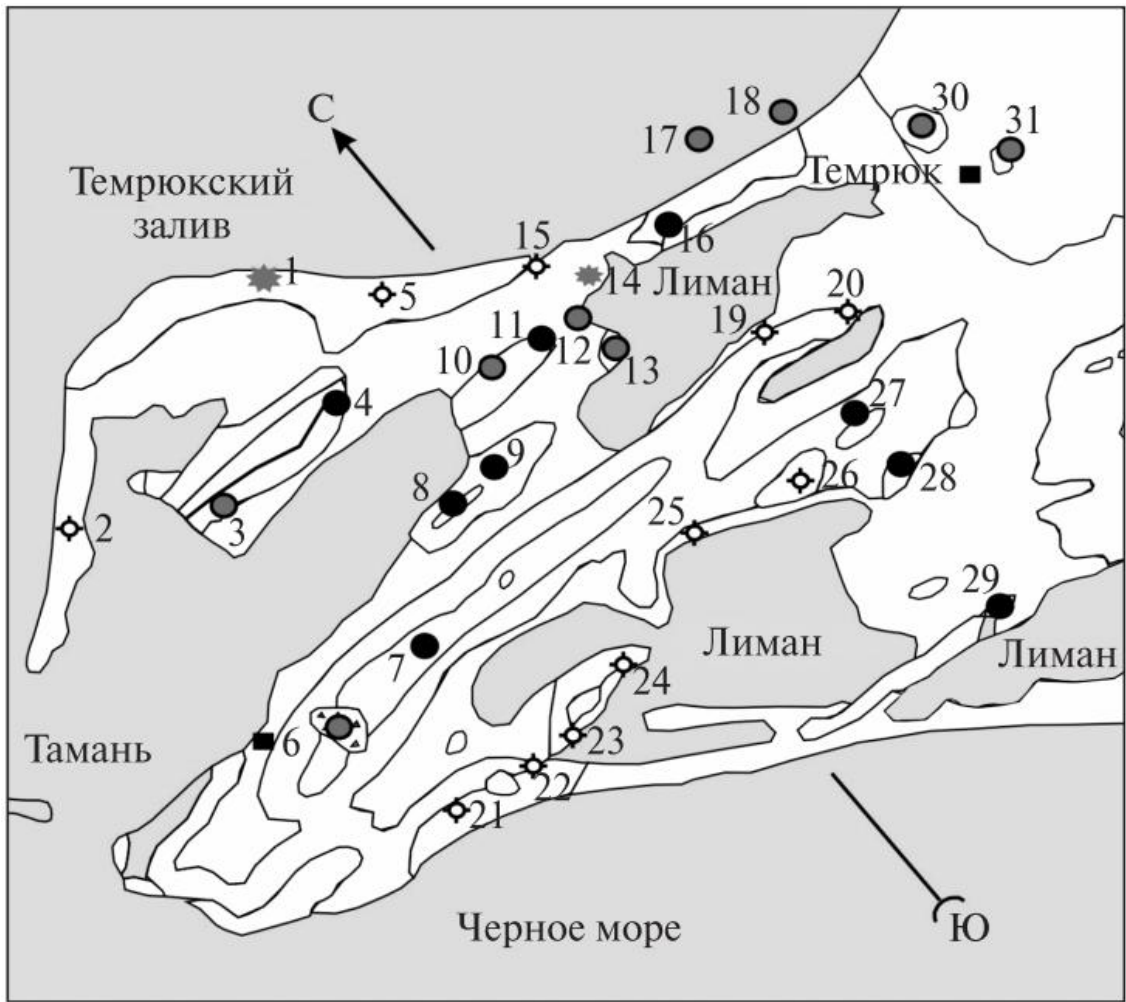
2.15 –

:1 – , 2 – , 3 –
 , 4 – , 5 – [24]

(, ,
 , 12 , -
 - 20 - 25 , - - ,
 - 60).
 (,).

[24].

, 30
 ,
 (2.16).



2.16 –

[24]

100 .

152 .

2

35 15 ,

(1818 .

23).

24 (1799 ., 2002).

— .

,

,

15 – 20 ,

-

[26, 27, 28].

3.1

， - ，
，
。

- ，
，
，
[31]。
-
(
) 50
36 . - 19 .
- 35

227 .
- ，
。
，
：
90 .
，
。

， [33]。
55 63 .
(，)， « »

(

30 – 40 /)

(

),

[20, 36].

3.2

,

.

.

.

,

,

,

.

,

,

.

,

,

,

.

,

.

-

.

,

2

.

-

,

,

—

«

»,

-

.

.

,

.

,

,

,

.

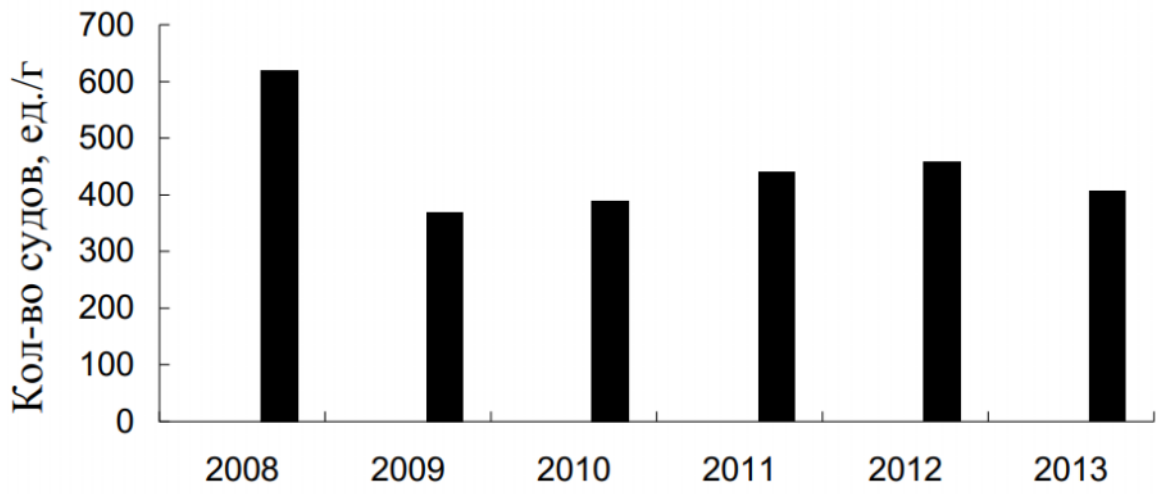
[19].

(, 2007).

— - , ; ,
— ,
[21].

, ,
·
,
(,)
[14] [13].

· ·
·
«
» . (« ») 2008-2013 .
(3.1).



3.1 –

2008 – 2013 . [31]

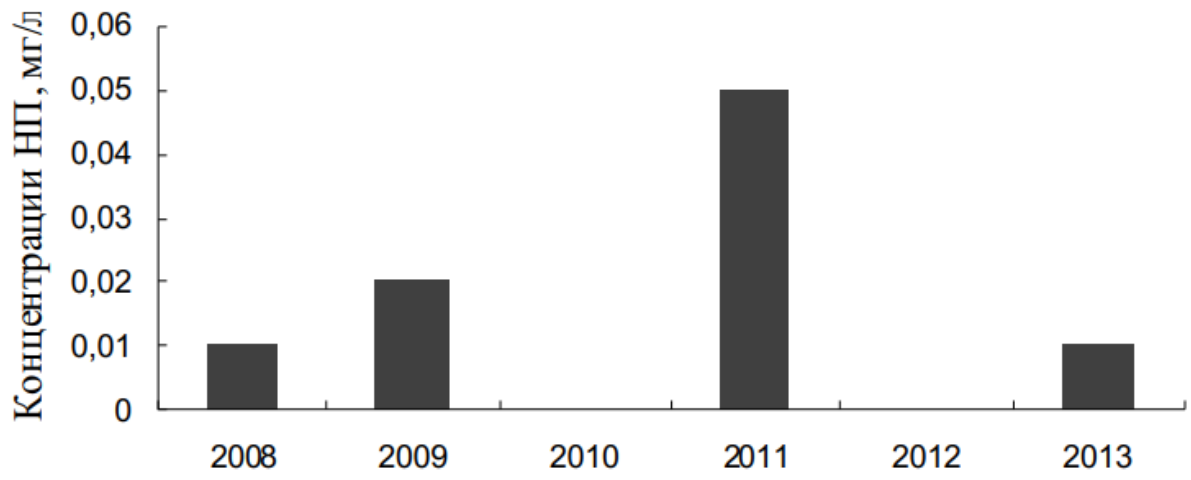
2008

2009 .

2009 . 2013 .

2008 – 2013 .

3.2.



3.2 –

() [31]

,
 2008 .,
 0,01 / .
 2011 .
 ,
 2009
 2013 .
 ,
 2009 – 2013 .
 [31].

4.

4.1

·
,
,
,
—
·
20 – 25 %
,
2 – 3 ,
·
·
,
·
—
·
,
,
(10 – 12 ‰).
,
·

· (,)
, - - ;
·

- ·
,
- ·
·
, , ,
;

10 - 15 ·

,
,
(
) , -
·

- ·
·
7 ,
2 , 15 / .

30

，
，
，
。

， 2004 年 2017 年
， 。

,

.

.

,

:

,

,

,

,

,

.

—

.

,

,

,

.

,

.

,

.

1. 10.01.2002
7- []. – :
[http://www.consultant.ru/document/cons_doc LAW 34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/). :
18.03.2019.
2. []. –
: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc LAW 34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)
: 18.03.2019.
3.
.
. – . : , 2006. – 304
4.
//
- . – - - : ,
2000. – . 20 – 27.
5.
//
- . : , 2010. – 15 – . 155– 177.
6.
. 2- . . . — . : - , 2001. – 512 .
7.
: - .
. – . : , 2015. – 41. – . 174 – 188.
8.
/ . . . , - . . ,
II. . — . : , 2006. – 448 .
9. []. –
:
https://studbooks.net/1830328/geografiya/obschaya_harakteristika_azovskogo_morya.
: 10.03.2019.

10. Official site. National Aeronautics and Space Administration. Goddard Institute for Space Studies (GISS). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.giss.nasa.gov>. Дата обращения: 20.02.2019.
11. Единая система информации о Мировом океане. Проект ЕСИМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esimo.ru>. Дата обращения: 18.02.2019.
12. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Многолетняя динамика температуры воздуха в экономически важных районах Черноморского региона и процессы ее определяющие // Ученые записки РГГМУ. СПб. Изд. РГГМУ. –2013. – № 29. – С. 43 – 63.
13. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века // Вестник Южн. науч. центр РАН. Том 6. – № 1.– 2010. – С. 33 – 40.
14. Дашкевич Л.В., Немцева Л.Д., Бердников С.В. Оценка ледовитости Азовского моря в XXI веке по спутниковым снимкам Terra/Aqua MODIS и результатам математического моделирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. – Т. 13. – № 5. – С. 91 – 100.
15. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В. и др. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. Монография. Южн. науч. центр РАН. – М.: Наука, 2006. – 304 с.
16. Гершанович Д.Е., Гоптарев Н.П., Затучная Б.М., Симонов А.И. Справочное издание. Проект "Моря СССР". Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 5 Азовское море. – СПб: Гидрометеиздат, 1991. – 236 с.
17. Косенко Ю.В., Барабашин Т.О., Баскакова Т.Е. Динамика гидрохимических характеристик Азовского моря в современный период осолонения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2017. № 3–1. – С. 76 – 82.
18. Вишневецкий В.Ю., Попружный В.М. Влияние сезонных сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние Таганрогского залива Азовского моря // Инженерный вестник Дона, [Электронный ресурс] <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3957> № 4 2016 г. Дата обращения: 15.03.2019.

19. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/11/section_id/2 Дата обращения: 14.03.2019.
20. Кузнецова И.Д., Федоров Ю.А. Влияние солёности и водного стока на распространённость черноморско-азовской проходной сельди в Азовском море // Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2018. – № 4 – С. 86 – 91. DOI 10.23683/0321-3005-2018-4-86-91.
21. Матишов Г.Г., Игнатъев С.М., Загородняя Ю.А., Климова Т.Н., Вдодович И.В., Саяпин В.В., Степаньян О.В. Фаунистическое разнообразие и показатели обилия планктонных сообществ Азовского моря в июне 2014 г. // Вестник Южного научного центра. 2015. – Т. 11. – № 3. – С. 81 – 91.
22. Матишов Г.Г., Болтачёв А.Р., Степаньян О.В. 2010. Введение. В кн.: Вселенцы в биоразнообразии и продуктивности Азовского и Чёрного морей. Под общей редакцией Г.Г. Матишова и А.Р. Болтачёва. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 7 – 8
23. Беззубиков Л. Г., Бухарицин П. И., Налимов А. Ю. Обращение с балластными водами // Вестник АГТУ. Экология. Рыбное хозяйство. – 2006. – № 6 (35). – С. 2013 – 218.
24. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Рахманов Р.Р. Сравнительный анализ грязевого вулканизма в Черноморском и Каспийском регионах // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2015. – № 2. – С. 92 – 105.
25. Шнюков Е.Ф., Маслаков Н.А. Потенциальная опасность грязевого вулканизма для судоходства // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2009. – № 2. – 81 – 91.
26. Шнюков Е.Ф., Пасынков А.А., Любицкий А.А. и др. Грязевые вулканы на Прикерченском участке шельфа и материнского склона Чёрного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 3. – С. 28 – 36.
27. Шнюков Е.Ф. Грязевой вулканизм в Чёрном море // Геол. журн. – 1999. – № 2. – С. 38 – 42.
28. Шнюков Е.Ф., Гнатенко Т.И., Нестеревский В.А., Гнатенко О.В. Грязевой вулканизм Керченского/Таманского региона. – К.: Наук. думка, 1992. – 200 с.

29. Керченский мост как приоритетный инфраструктурный проект транспортной системы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/Mariya/Downloads/kerchenskiy-most-kak-prioritetnyy-infrastrukturnyy-proekt-transportnoy-sistemy-rossii.pdf> Дата обращения: 20.03.2019.

30. Черемных М.Э., Попова О.В., Забалуева А.И. Анализ причин загрязнения вод Таганрогского залива нефтепродуктами // Инженерный вестник Дона. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2391> С. 1–8. Дата обращения: 22.03.2019.

31. Гаргопа Ю.М. Крупномасштабные колебания в системе Азовского моря. // Новейшие экологические феномены в Азовском море (вторая половина XX века). – Том 5 – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2003. – С. 14 – 220.

32. Гаргопа Ю.М. Роль климатических изменений в динамике южных морей. // Вопросы промысловой океанологии. – 2008. Вып. 5, № 1. – С. 95 – 114.

33. Жукова С.В. и др. Закономерности современного гидрометеорологического режима Темрюкско -Ахтарского района Азовского моря. // Защита окруж. среды в нефтегазовом комплексе 2006. – № 9. – С. 47 – 53.

34. Дьяков Н.Н. Современный гидрометеорологический режим Азовского моря: дис. канд.геогр.наук: 11.00.08 / Дьяков Николай Николаевич. – Севастополь, 2010. – 21 с.

35. Гурский Ю.Н. Геохимия литогидросферы внутренних морей. Том1. Методы изучения и процессы формирования химического состава иловых вод в отложениях Черного, Азовского, Каспийского, Белого, Балтийского морей М.: ГЕОС. 2003. – 332 с.