

## Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря в 2016 г.

Коршенко А.Н, Мезенцева И.В., Коновалов С.К., Парфенова В.А., Протащик Л.А.,  
Брайко О.И., Алексеенко А.И.

В 2016 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод у Крымских берегов Чёрного моря проводился на акватории Севастопольской бухты и на взморье района в течение всего года с февраля по декабрь; на акватории порта Ялта в течение года всего года еженедельно; на акватории Керченского пролива с апреля по октябрь. Четыре раза за год были проведены исследования качества поверхностных вод связанного с морем озера Донузлав, отделяющего Тарханкутский полуостров на западном побережье от остального Крыма. В августе 2016 г. была выполнена подробная экологическая съемка Керченского пролива в рамках международного проекта ЭМБЛАС.

Исследования выполнены в том числе при поддержке РФФИ (проект № 17-05-41101 РГО\_a): «Определение природных гидролого-гидрохимических и антропогенных факторов влияния на качество вод прибрежных акваторий Черного моря у Крыма и Кавказа и разработка практических рекомендаций по снижению антропогенной нагрузки на морские экосистемы».

### 1. Озеро Донузлав

Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» (СО ГОИН) в марте, мае, июне и сентябре 2016 г. проводилось исследование качества поверхностных вод озера Донузлав. Во время проведения наблюдений соленость поверхностных вод по площади о. Донузлав изменялась от 4,02 до 18,18‰, в среднем составив 10,60‰ (в 2015 г. - 14,53‰). Среднее значение водородного показателя в марте составило 7,95 ед.рН, а в остальной период значение варьировало в диапазоне 8,30-9,30 ед.рН. Максимальная концентрация общего и фосфатного фосфора достигала 91 и 23 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно. Аэрация вод была достаточно высокой (102-112% насыщения), по абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода изменялась от 6,95 до 11,23 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

### 2. Состояние морских вод у Севастополя

Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» в бухтах и на взморье района в течение 9-19 августа 2016 г. на 12 станциях с борта НИС «Пеленг» была отобрана 21 проба воды из поверхностного и придонного слоев. Дополнительно в сентябре и октябре на 8 станциях было отобрано еще 13 проб. В состав наблюдений вошло определение стандартных гидрохимических параметров, концентрации взвешенных веществ, биогенных элементов, детергентов и нефтяных углеводородов.

Нефтяное загрязнение поверхностных вод на взморье г. Севастополя лишь дважды превышало ПДК, достигая в октябре 0,06 и 0,09 мг/л.

Содержание общего **фосфора** в водах Севастопольской бухты изменялось в пределах 12-28 мкг/л, в поверхностных и придонных водах на взморье – от 8 до 27 и 42 мкг/л соответственно. Максимальное содержание фосфатного фосфора не превышало 6 мкг/л в бухте и 8 мкг/л на взморье.

Концентрация аммонийного **азота** в поверхностных водах бухты и взморья по максимальным значениям не превышала 24 и 40 мкг/л, а в придонных достигала 130 и 83 мкг/л соответственно. Концентрация нитритного азота была ниже предела определения. Содержание нитратного азота достигало 38 мкг/л у поверхности (бухта) и 68 мкг/л у дна (взморье).

На взморье г. Севастополя в период наблюдений морские воды были хорошо аэрированы. Перенасыщение вод **растворенным кислородом** достигало 13 % насыщения. В водах акватории Севастопольской бухты наблюдался дефицит растворенного кислорода в придонном слое (69-90 % насыщения). Аэрация поверхностных вод бухты была

достаточной и в среднем составила 103 % насыщения. Абсолютное содержание растворенного кислорода изменялось в диапазонах 5,88-8,99 и 5,09-6,97 мг/л в водах бухты и взморья соответственно.

### Гидрохимический режим вод Севастопольской бухты (МГИ РАН)

Исследования гидрохимического состояния вод бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря МГИ РАН 9-12 февраля (совместно с кафедрой географии МГУ), 27-29 апреля, 5-8 сентября и 21-22 декабря 2016 г. (рис. 1). Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–0,5 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. В пробах определяли кислород, величины рН и общей щелочности, общий неорганический углерод, биогенные элементы, БПК<sub>5</sub> и общее взвешенное вещество (TSM). Полученные величины гидрохимических параметров во время всех съемок находились в пределах характерного интервала значений многолетних исследований (табл. 1).

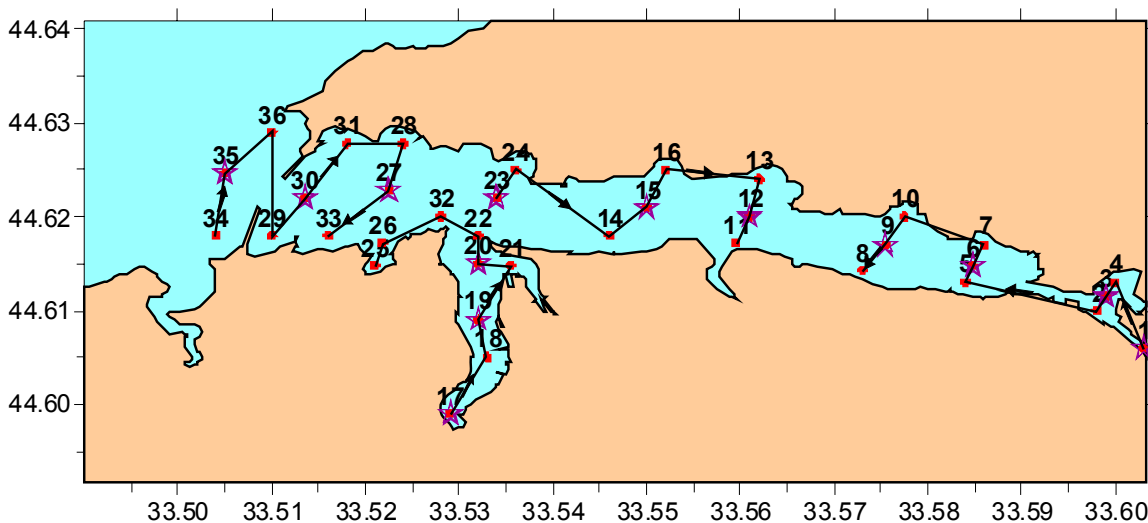


Рис. 1. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2016 г.

Для всех проведенных съемок сохранялись следующие особенности распределения гидрохимических характеристик:

1. В поверхностных водах районов, подверженных влиянию пресного стока (Инкерманский ковш, кут Южной бухты, кут Артиллерийской бухты) наблюдалось повышенное содержание фосфатов, кремнекислоты, аммония, нитритов и нитратов,.

2. Для содержания кремнекислоты в водах бухты явно прослеживается сезонный ход – повышенные значения в декабре 5-8 мкМ, в феврале и апреле около 2 мкМ. Заметное снижение содержания наблюдалось к сентябрю, когда концентрация упала в 10 раз до уровня 0,1-0,2 мкМ. Эти изменения происходили на фоне поступления значительных количеств кремнекислоты с пресноводным стоком в кутовую часть Южной бухты и в устье р. Черной.

3. На всей акватории Южной бухты постоянно наблюдалась повышенная концентрация нитратов, максимум содержания которых в куте в 50-100 раз превышал фоновое значение.

4. Придонные воды на ст. №8, расположенной рядом с плавучим доком и представляющей потенциально опасный в экологическом отношении район бухты, в сентябре 2016 г. находились в состоянии гипоксии с насыщением кислородом около 18% и заметно отличались от вод бухты по всем исследованным характеристикам. Таким образом, на этом участке бухты в летний период сохраняется потенциальная опасность сероводородного заражения в придонных водах под судоремонтным доком.

**Таблица 1.** Пределы изменений, средняя концентрация и среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в 2016 г.

Параметр	9-10 февраля 2016			27-28 апреля 2016			5-6 сентября 2016			21-22 декабря 2016		
	пределы	среднее	$\sigma$	пределы	среднее	$\sigma$	пределы	среднее	$\sigma$	пределы	среднее	$\sigma$
O <sub>2</sub> мл/л	6,68-7,83	7,51	0,14	5,61-6,86	6,56	0,21	1,02-5,47	4,90	0,63	4,8-7,41	6,86	0,31
O <sub>2</sub> %	89,0-102,9	99,6	1,6	83,0-103,2	99,2	3,6	17,6-104,0	92,5	12,4	66,59-98,72	91,7	4,4
P <sub>общ</sub> мкМ	0,10-1,88	0,19	0,21	0,10-6,27	0,45	0,98	0,35-92,6	4,05	10,9	0,23-2,25	0,60	0,48
PO <sub>4</sub> мкМ	0,00-0,22	0,04	0,04	0,00-2,27	0,06	0,27	0,00-1,17	0,08	0,19	0,08-0,95	0,22	0,15
P <sub>орг</sub> мкМ	0,00-1,85	0,14	0,21	0,04-6,15	0,39	0,89	0,07-91,4	3,97	10,8	0,08-1,97	0,38	0,43
SiO <sub>2</sub> мкМ	1,0-6,9	2,2	1,1	1,4-84,9	4,1	9,7	0,11-2,71	0,58	0,81	3,73-40,02	7,98	4,47
NO <sub>2</sub> мкМ	0,03-0,32	0,17	0,07	0,00-3,05	0,13	0,36	0,00-2,50	0,15	0,30	0,00-0,94	0,07	0,12
NO <sub>3</sub> мкМ	2,2-25,6	5,2	3,9	1,5-214,3	6,25	25,2	1,3-227,6	6,93	27,3	0,88-121,87	6,10	14,39
NH <sub>4</sub> мкМ	0,00-2,31	0,85	0,59	0,00-30,47	1,00	3,63	0,00-25,92	1,95	3,46	0,00-9,00	1,37	1,48
pH	8,34-8,44	8,41	0,02	8,04-8,38	8,30	0,04	7,83-8,38	8,30	0,08	8,07-8,34	8,29	0,04
Alk мг-экв/кг	3,343-3,403	3,370	0,013	3,312-4,127	3,356	0,093	3,280-3,853	3,324	0,071	3,315-3,845	3,372	0,064
C <sub>неорг</sub> ммоль/кг	3,030-3,100	3,045	0,012	2,992-3,088	3,040	0,014	2,914-3,748	2,963	0,104	3,067-3,698	3,120	0,075
TSM мг/л	0,11-5,21	1,18	1,32	1,15-153,64	8,11	29,70	0,11-0,82	0,51	0,17	0,92-17,92	2,29	3,24
БПК <sub>5</sub> мл/л	0,34-0,83	0,54	0,13	0,59-4,34	1,05	0,71	0,10-4,94	1,52	1,59	0,48-6,80	0,60	1,29

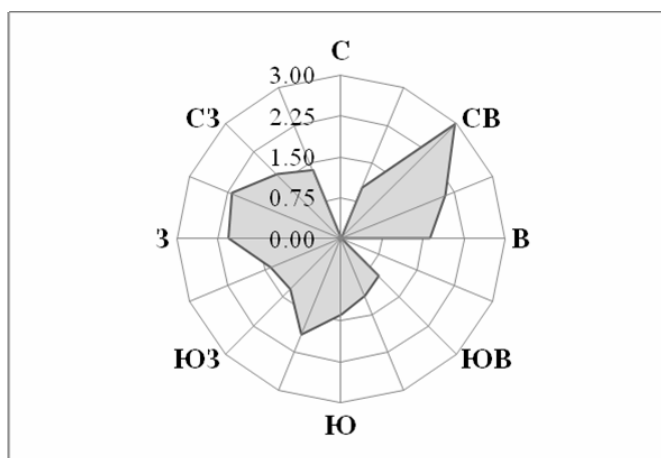
### 3. Загрязнение атмосферных выпадений (г. Севастополь)

В 2016 г. сотрудники СО ГОИН проводили аналитическое определение содержания в атмосферных осадках неорганических форм азота, общего и неорганического фосфора и АСПАВ. Отбор проб выполнялся на МГС «Севастополь» (Павловский мыс) в два осадкосборника – закрытый (открывался только во время выпадения осадков) и постоянно открытый.

Средняя концентрация неорганического **фосфора** в пробах осадков составила 25 мкг/дм<sup>3</sup>. Увеличение содержания фосфатов в пробах атмосферных осадков наблюдалось в весенне-летний период. Отмеченная особенность внутригодового распределения может объясняться и особенностями миграции элемента в биосфере, связанными с поступлением минеральных форм фосфора с образующимися при эрозии почвы и горных пород пылевыми частицами, и меньшим количеством выпадающих осадков в этот период. Максимальные значения наблюдались в августе, выпадению этих осадков предшествовал сильный западный ветер. Наиболее высокое значение потоков неорганической и суммарной форм фосфора соответствовало южным и западным направлениям ветра. Такое распределение главных направлений переноса свидетельствует о доминирующей роли терригенной составляющей в поступлении форм фосфора в атмосферу. В то же время ветра западного направления приносят аэрозоли, генерируемые морской поверхностью и содержащие фосфор.

В 2016 г. был продолжен анализ проб атмосферных осадков на содержание в них неорганических форм **азота**. Полученные данные свидетельствуют о преобладании в атмосферных осадках нитратов и аммония. Среднее содержание неорганического азота в пробах атмосферных осадков из закрытого осадкосборника составило 1,74 мкгN/дм<sup>3</sup>, из открытого осадкосборника – 1,87 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимум (5,76 мкгN/дм<sup>3</sup>) был определен в августе в пробе из закрытого осадкосборника. Средний вклад сухих выпадений в

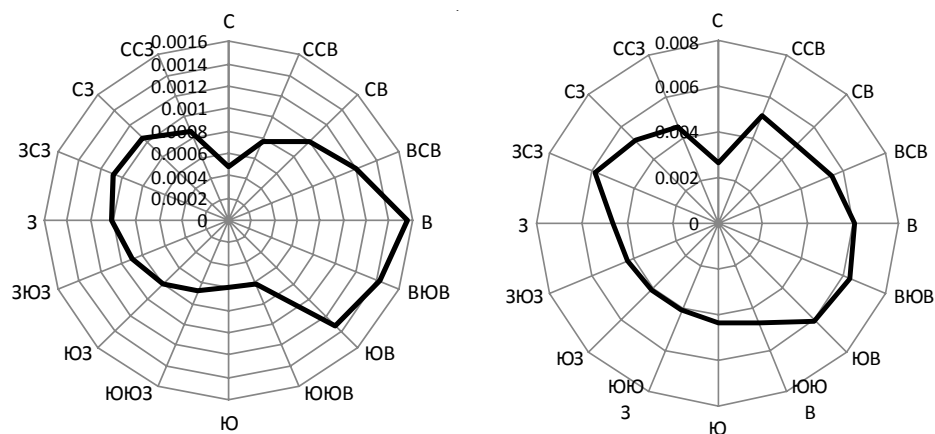
содержание неорганического азота в осадках составил 21%. Осадки с максимальным содержанием неорганического азота приносят ветра северо-восточного и западного направлений (рис. 2). В 2016 г. поступление азота возросло по сравнению с предыдущими годами в 1,4 раза и составило  $327 \text{ мгN/м}^2$  при равнозначном годовом количестве выпавших осадков.



**Рис. 2.** Изменение поступления неорганического азота с атмосферными осадками в зависимости от направления ветра.

Как и в предыдущие годы в большинстве отобранных проб атмосферных осадков были выявлены **анионоактивные детергенты (АСПАВ)**. Средневзвешенная концентрация АСПАВ изменялась от 15 до  $63 \text{ мкг/дм}^3$ . Наблюдалось увеличение содержания их в зимний период. В другие сезоны количество АСПАВ в осадках отличалось незначительно. По сравнению с предыдущим периодом исследования содержание детергентов в последние три года возрастало: 30,0; 24,5; 35,0 и  $44,5 \text{ мкг/дм}^3$  соответственно.

В ходе выполнения программы наблюдений за гранулометрическим составом **аэрозолей** были проведены работы на стационарном пункте наблюдений на метеоплощадке здания СО ФГБУ «ГОИН», расположенной на высоте  $\sim 100$  м над уровнем моря и удаленной от моря и главных источников техногенного загрязнения атмосферы, а также в полевых условиях на акватории Севастопольской бухты и на взморье. Наибольшие средние значения показателей  $\text{PM}_{2,5}$  и  $\text{PM}_{10}$  наблюдались при ветрах восточно-юго-восточного и западно-северо-западного направлений, что подтверждает гипотезу терригенного происхождения компонентов гранулометрического состава (рис. 3). Максимальные значения показателя аэрозолей размерных групп менее  $1,0 \text{ мкм}$  наблюдались в южной части акватории Севастопольской бухты. Измеренные абсолютные значения в южной и северной частях бухты отличались примерно в полтора раза. Максимум аэрозолей размером более  $1 \text{ мкм}$  наблюдался в центральной части бухты и на взморье. Такие особенности распределения аэрозолей хорошо согласуются с природой их происхождения. Появление крупных частиц аэрозолей в районе, прилегающем к вытянутым Южной и Стрелецкой бухтам, преимущественно связано с их морским происхождением.



**Рис. 3.** Средние значения концентрации показателей РМ 2,5 (слева) и РМ 10 (справа) при различных направлениях ветра.

#### 4. Порт Ялта

В районе Южного берега Крыма наблюдения за качеством морских вод проводились на одной станции ОГСНК I категории. В районе Ялтинского морского пассажирского порта (44°29'48"N 34°10'06"E) в течение 2016 г. было выполнено 36 декадных съемок (1 и 3 декады по сокращенной схеме, 2 декада – по полной схеме).

Наблюдения гидрометеорологических условий в 2016 г. производились на Морской гидрометеорологической станции Ялта в двух пунктах наблюдений: за температурой воздуха, атмосферными осадками, направлением, средней и максимальной скоростью ветра - на метеоплощадке МГ Ялта; за температурой и соленостью морской воды, уровнем и волнением моря - на МГП Ялта.

**Температура воздуха.** Среднегодовая температура воздуха в 2016 году на 1,1 градуса превысила норму и составила 14,2<sup>0</sup>С при средней многолетней 13,1<sup>0</sup>С за период наблюдений с 1870 по 2015 гг. (табл. 2). Превышения среднемесячных температур над средними многолетними отмечены с февраля по сентябрь. Максимальное положительное отклонение составило 3,3<sup>0</sup>С в феврале. Февральский абсолютный максимум температуры воздуха в 2016 г. составил 24,8<sup>0</sup>С, что на 2,8 градуса превысило предыдущий температурный рекорд для этого месяца за весь период наблюдений, составлявший 22,0<sup>0</sup>С (1966 г.). Абсолютный максимум температуры воздуха в 2016 г. оказался превышен и в мае. Он составил 35,0<sup>0</sup>С, что на 0,7 градуса выше предыдущего максимума (34,3<sup>0</sup>С), зафиксированного в 1935 г. Январь, октябрь, ноябрь и декабрь, напротив, оказались холоднее среднестатистических. Максимальное отрицательное отклонение от нормы отмечено в декабре. Оно составило 2,6 градуса. Декабрь в 2016 году оказался самым холодным месяцем. В целом график годового хода температуры воздуха в 2016 г. по форме повторяет среднемноголетний. Среднемесячный и абсолютный максимум температуры воздуха пришелся на август, абсолютный минимум – на январь (рис. 4).

Максимальная температура воздуха в 2016 году           35,8<sup>0</sup>С           11 августа.  
 Минимальная температура воздуха в 2016 году           -7,0<sup>0</sup>С           3 января.

**Таблица 2.** Годовой ход среднемесячной температуры воздуха в г. Ялта в 2016 г.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Среднемесячная Т, воздуха, <sup>0</sup> С 2016 г	3.9	7.2	8.3	12.5	16.7	23.4	25.7	26.5	20.8	13.1	9.0	3.6	<b>14.2</b>
Средн. много-летняя Т возд. (1870-2015 гг.)	4.1	3.9	6.0	10.5	15.9	20.6	23.9	23.8	19.2	14.1	9.5	6.2	<b>13.1</b>

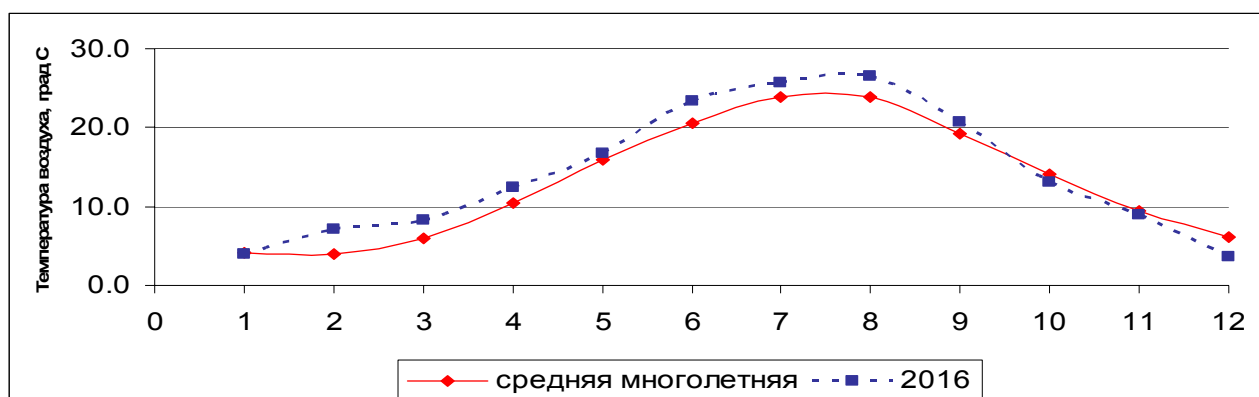


Рис. 4. График годового хода среднемесячной температуры воздуха в г. Ялта в 2016 г.

**Осадки.** В 2016 году сумма осадков незначительно превысила среднее многолетнее значение. За год выпало 603,8 мм, что составило 103,8% от средней многолетней (581,5 мм) по наблюдениям на МГ Ялта за период 1870-2015 гг. (табл. 3) Осадки от 0,0 мм и более наблюдались 157 дней в году. Увлажнение выше нормы в 2016 году было зафиксировано на протяжении четырех месяцев: в январе, июне, августе и декабре. В другие месяцы суммы осадков оказались ниже средних многолетних. В январе осадки наблюдались почти ежедневно: 28 дней из 31. Больше всего осадков 103,3 мм выпало в декабре, в процентном соотношении это составило 125,4% от декабрьской месячной нормы. В 2,7 раза превысило среднемноголетнее количество осадков в августе – 88,2 мм (273,9% от нормы). Максимальная суточная сумма осадков наблюдалась также в августе и составила 58,3мм (13.08.2016). Наименьшая сумма осадков 4,5 мм зафиксирована в сентябре, что составило 12,1% от месячной нормы. В этом месяце было всего 3 дождливых дня (рис. 5).

Таблица 3. Годовой ход месячной суммы осадков в г. Ялта в 2016 г.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Сумма осадков, мм, 2016 г.	90.7	56.8	33.6	19.9	28.8	58.5	33.4	88.2	4.5	41.6	44.5	103.3	603.8
Средняя многолетняя, мм. (1870-2015 гг.)	75.3	58.2	46.2	30.6	30.5	41.4	37.7	32.2	37.2	46.1	64.0	82.4	581.5

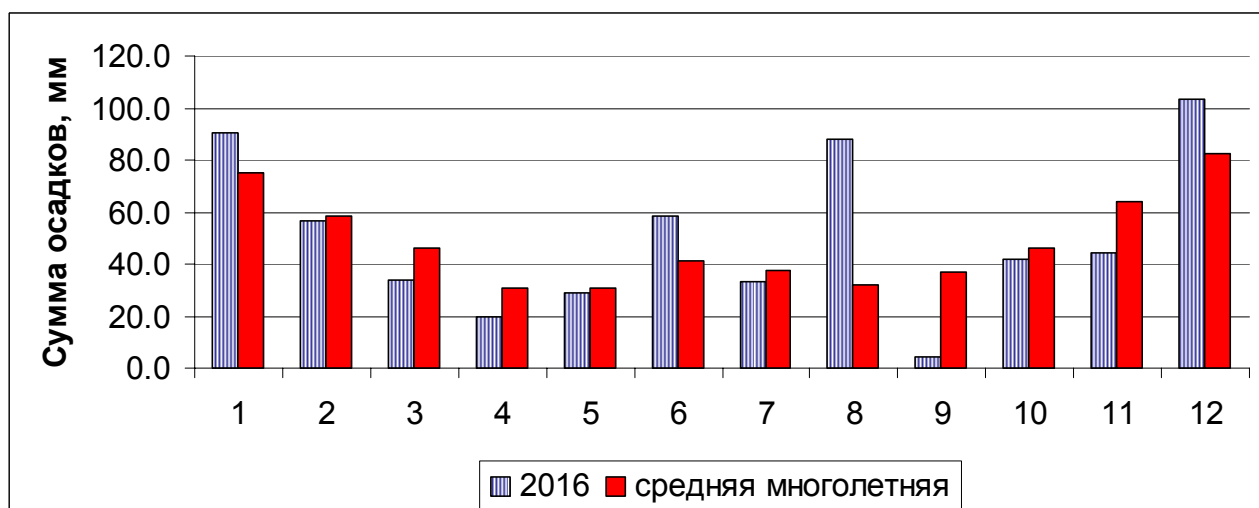
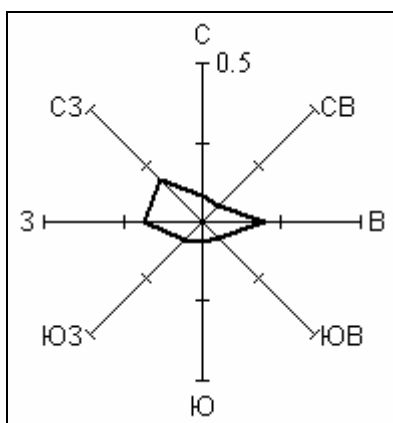


Рис. 5. График годового хода месячной суммы осадков в г. Ялта в 2016 г.

**Ветер.** По наблюдениям на МГ Ялта 2016 год характеризовался преобладанием ветров восточного (21,3%), северо-западного (19,9%) и западного (19,8%) направлений (табл. 4, рис. 6). Сравнительно невелика повторяемость сильных ветров. Повторяемость штилей и слабых ветров со скоростью, не превышающей 5 м/с, составляет 97,2%, а штиль наблюдался в 6,5% случаев от общего числа выполненных наблюдений за ветром. Среднегодовая скорость ветра в 2016 году составила 1,9 м/с. Максимальная скорость ветра 20 м/с наблюдалась при ветре северо-западного направления 10 декабря.

**Таблица 4.** Повторяемость (%) направлений ветра и штилей в г. Ялта в 2016г.

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	ШТ
9,0	7,5	21,3	7,2	6,8	8,5	19,8	19,9	6.5



**Рис. 6.** Роза ветра по наблюдениям на МГ Ялта в 2016 году.

**Волнение моря.** По наблюдениям МГ Ялта в течение 2016 года в Ялтинском заливе преобладало умеренное волнение со среднегодовым значением высоты волны 0,5 м. Среднемесячные значения высоты волны изменялись от 0,3 м в июне и июле до 0,8 м в октябре. Полного отсутствия волн (штиля) в 2016 году не наблюдалось. В повторяемости направлений волнения очевидно преобладание юго-восточного 40,6%, восточного 29,1% южного 29,0% направлений (табл. 5, рис.7).

Штормовое волнение моря с высотой 1,3 м и более наблюдалось ежемесячно за исключением летних месяцев. Максимальная высота волны 2,5 м зарегистрирована трижды:

25 октября	зыбь/ветровое волнение	ЮВ/СВ	ветер ВСВ	до 16 м/с
29 декабря	зыбь/ветровое волнение	В/СВ	ветер ВСВ	до 17 м/с
30 декабря	зыбь/ветровое волнение	В/СВ	ветер СВ	до 12 м/с

**Таблица 5.** Повторяемость (%) направлений волнения в 2016г.

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	ШТ
0.1	0.1	29.1	40.6	29.0	0.7	0.1	0.3	0.0

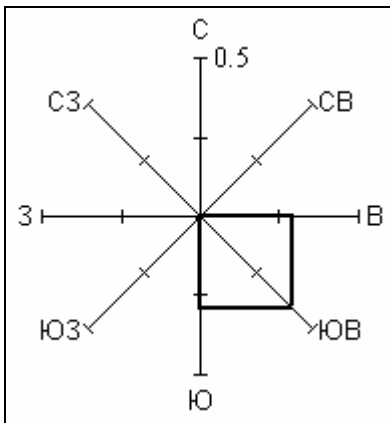


Рис. 7. Роза волнения по наблюдениям на МГП Ялта в 2016 году.

**Температура морской воды.** Среднегодовая температура морской воды в 2016 году по наблюдениям морской гидрометеорологической станции Ялта на 1,4 градуса превысила среднюю многолетнюю. Она составила  $15,9^{\circ}\text{C}$  при средней многолетней  $14,5^{\circ}\text{C}$  за период наблюдений с 1923 по 2015 гг. В 2016 году среднемесячная температура в поверхностном слое морской воды в районе Ялты превышала средние многолетние значения в течение всего года, за исключением ноября и декабря, когда она оказалась ниже нормы на 0,3 и 1,0 градуса соответственно (табл. 6, рис. 8). Максимальные превышения среднемесячной температуры воды над средней многолетней зафиксированы в июне и июле. Они составили соответственно 3,4 и 3,6 градуса. Среднемесячная температура воды в июле ( $25,4^{\circ}\text{C}$ ) сравнялась с максимальной среднемесячной температурой воды в поверхностном слое для этого месяца за весь период наблюдений. Ранее такой же показатель был зафиксирован в 1938 и 2010 г.г. Абсолютный максимум температуры морской воды в июле 2016 г ( $28,4^{\circ}\text{C}$ ) всего на 0,1 градуса ниже предыдущего максимума, отмеченного в 2010 г.

Максимальная температура морской воды в 2016 г. -  $28,8^{\circ}\text{C}$  наблюдалась 12 августа, Минимальная температура морской воды в 2016 г. -  $8,2^{\circ}\text{C}$  наблюдалась 6 февраля.

Таблица 6. Годовой ход средней месячной температуры морской воды на МГП Ялта в 2016 г.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Среднемесячная T воды, $^{\circ}\text{C}$ , 2016 г	9.3	8.8	9.5	10.9	14.6	21.8	25.4	26.2	23.5	17.9	13.3	9.7	15.9
Средняя многолетняя T $^{\circ}\text{C}$ , (1923-2015 гг.)	8.8	7.8	7.8	9.6	14.0	18.4	21.8	23.5	21.0	17.4	13.6	10.7	14.5

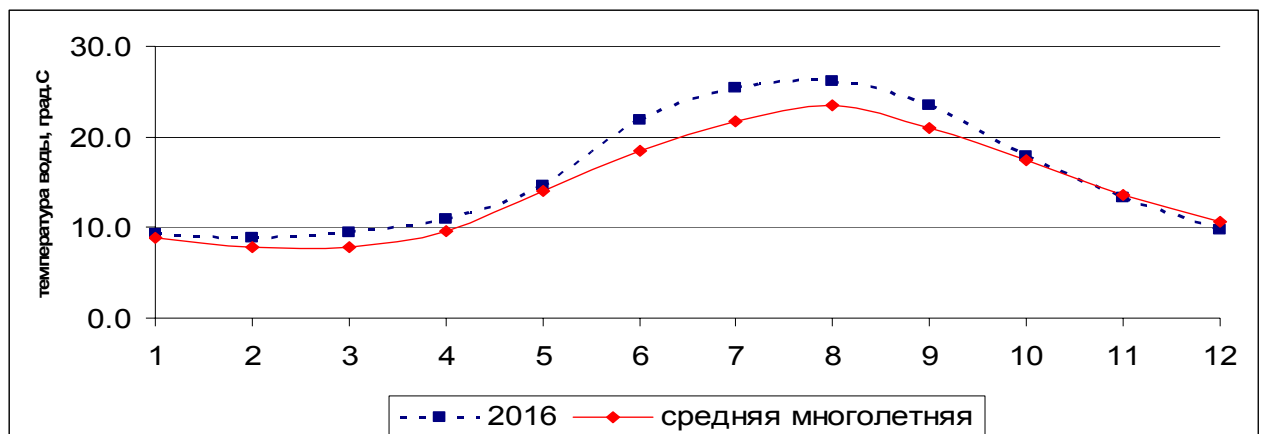


Рис. 8. График годового хода средней месячной температуры морской воды на МГП Ялта в 2016 г.

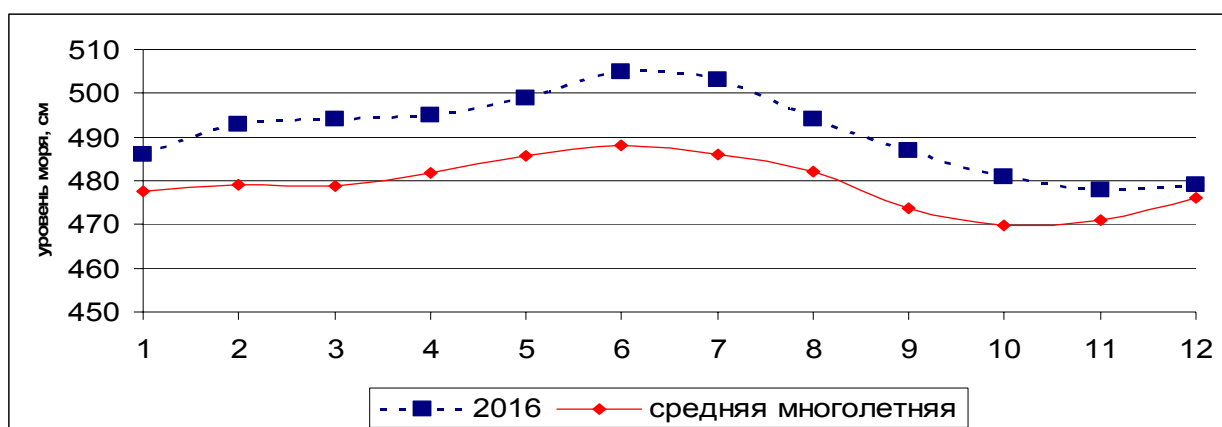


Сгонно-нагонные явления, сопровождаемые резкими колебаниями температуры морской воды в поверхностном слое, в 2016 году в Ялтинском заливе не были зафиксированы. Это объясняется тем, что сильных и достаточно продолжительных ветров западной четверти, вызывающих температурные сгоны морской воды у побережья Ялты в теплый период года, в 2016 г не наблюдалось.

**Уровень моря.** Уровень моря превышал средние многолетние значения в течение всего 2016 года. Среднегодовой уровень моря в 2016 году составил 491 см при среднемноголетнем значении 479 см в Балтийской системе 1977 г. за период наблюдений с 1927 по 2015 гг. В течение всего 2016 года значения среднемесячных величин уровня моря были значительно выше среднемноголетних. Превышения составляли от 3 см в декабре до 17 см в июне и июле (табл. 7, рис. 9). Годовой ход уровня моря в целом имеет вид, характерный для Ялтинского залива с постепенным повышением в первой половине года, максимумом в июне, плавным понижением, начиная с июля и минимумом в декабре. Максимальный уровень моря в 2016 г. - 517 см наблюдался 8 июля, Минимальный уровень моря в 2016 г. - 464 см наблюдался 9 декабря.

**Таблица 7.** Годовой ход среднего месячного уровня моря на МГП Ялта в 2016 г.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Среднемесячный уровень моря, см 2016 г	486	493	494	495	499	505	503	494	487	481	478	479	491
Средний многолетний уровень, см (1927-2015 г.г.)	478	479	479	482	486	488	486	482	474	470	471	476	479



**Рис. 9.** График годового хода среднего месячного уровня моря на МГП Ялта в 2016 г.

**Стандартные гидрохимические параметры.** Температура вод на акватории морского пассажирского порта Ялта в 2016 г. на поверхности была в диапазоне 8,6-26,3<sup>0</sup>С, у дна 8,8-26,1<sup>0</sup>С. Изменение солёности вод на акватории порта зависит от объема пресной воды, поступающей с речным стоком р. Дерекойка. В 2016 г. значения солёности в поверхностном слое варьировали от 8,643<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (февраль) до 18,004<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, в придонном 16,513-18,056<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (март). Среднегодовые значения солёности на поверхности составили 15,156<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, на придонном горизонте – 17,643<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, в слое поверхность-дно – 16,400<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. За период 2012-2016 гг. минимальная солёность (3,64<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) отмечена 3 июня 2015 года на поверхности. Такие низкие значения обусловлены резким увеличением поступления речной воды в период с 29 мая по 04 июня 2015 года. Максимальная солёность (18,58<sup>0</sup>/<sub>00</sub>)

наблюдалась в придонном слое в 2013 г. Средняя величина за пятилетний период на поверхности составила  $15,27^{0/00}$ , в придонном слое  $17,63^{0/00}$ , в слое поверхность-дно  $16,45^{0/00}$ . Хлорность вод в 2016 г. изменялась в пределах  $4,77-10,04^{0/00}$ .

Величина рН в 2016 г. изменялась от 8,14 до 8,47 на поверхности и 8,16-8,54 на придонном горизонте. Максимальное значение рН отмечено в придонном слое в марте и мае, а минимальное на поверхности в январе и феврале. Средняя величина рН в поверхностном слое за год составила 8,32, в придонном горизонте – 8,39, во всех 72 пробах из столба воды от поверхности до дна – 8,35. Максимальное значение рН (8,68) за пятилетний период наблюдений отмечено в 2012 г. у дна. Средние значения за 2012–2016 годы равны на поверхности – 8,29, в придонном слое – 8,39, в слое поверхность-дно – 8,34.

Значения общей щелочности на поверхности изменялись от  $3,216$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup> до  $3,472$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>, на придонном горизонте –  $3,146-3,325$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>. Среднегодовые величины щелочности на поверхности составили  $3,340$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>, в придонном слое –  $3,216$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно –  $3,278$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения общей щелочности за пятилетний период наблюдений отмечены в 2015 г. на поверхности и составили  $3,641$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>. Средние значения за 2012–2016 годы на поверхности равны  $3,126$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>, в придонном слое –  $3,028$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно –  $3,077$  (мг/моль)/дм<sup>3</sup>.

**Органические загрязняющие вещества.** Концентрация нефтяных углеводородов на акватории морского пассажирского порта изменялась в 72 пробах от аналитического нуля до  $0,05$  мг/дм<sup>3</sup> (1 ПДК, одна проба в августе из поверхностного слоя). Средние за год значения НУ на поверхностном, придонном горизонте и в слое поверхность-дно составили  $0,01$  мг/дм<sup>3</sup> (0,2 ПДК). Максимальное значение НУ ( $0,13$  мг/дм<sup>3</sup>, 2,6 ПДК) за пятилетний период отмечено в 2014 г. на поверхности. Среднее значение за период 2012–2016 гг. равно  $0,01$  мг/дм<sup>3</sup> (0,2 ПДК).

На акватории Ялтинского морского порта концентрация СПАВ варьировала в диапазоне  $0-45$  мкг/дм<sup>3</sup> (max  $0,45$  ПДК, июнь) на поверхностном горизонте и  $0-8$  мкг/дм<sup>3</sup> (max  $0,08$  ПДК) в придонном слое. Среднее за год значение составило на поверхности  $13$  мкг/дм<sup>3</sup>, на придонном горизонте –  $2$  мкг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно –  $7$  мкг/дм<sup>3</sup>. За период 2012–2016 гг. максимальная концентрация СПАВ отмечена в июне 2016 г. Средняя за эти годы равна  $5,6$  мкг/дм<sup>3</sup> в поверхностном слое и  $0,4$  мкг/дм<sup>3</sup> в придонном слое, в столбе воды от поверхности до дна –  $3,0$  мкг/дм<sup>3</sup>.

За отчетный период на акватории морского пассажирского порта фенолы не обнаружены. Максимальная концентрация фенолов ( $2,4$  мкг/дм<sup>3</sup>, 2,4 ПДК) за последние пять лет отмечена в 2012 г. в придонном слое. Средние значения за пятилетку в поверхностном слое составили  $0,0$  мкг/дм<sup>3</sup> (следовые количества), на придонном горизонте –  $0,1$  мкг/дм<sup>3</sup> и в слое поверхность-дно –  $0,1$  мкг/дм<sup>3</sup>.

**Хлорорганические пестициды.** В 2016 г. концентрация  $\alpha$ -ГХЦГ изменялась от аналитического нуля в обоих слоях воды до  $1,64$  нг/дм<sup>3</sup> на поверхности (август) и  $1,53$  нг/дм<sup>3</sup> в придонном слое. На поверхности средняя за год величина составила  $0,21$  нг/дм<sup>3</sup>, у дна –  $0,28$  нг/дм<sup>3</sup>, а во всем столбе воды поверхность-дно равнялась  $0,24$  нг/дм<sup>3</sup>. Этот изомер наблюдался в 20,8% проб ( $16,7\%$  на поверхности и в  $25,0\%$  на придонном горизонте). За пятилетний период наблюдений максимальная концентрация  $\alpha$ -ГХЦГ отмечена в 2015 году –  $16,45$  нг/дм<sup>3</sup> на придонном горизонте. Средние значения за 2012–2016 гг. равны на поверхности  $0,30$  нг/дм<sup>3</sup>, в придонном слое –  $0,60$  нг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно –  $0,45$  нг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация линдана ( $\gamma$ -ГХЦГ) в 2016 г. изменялась от аналитического нуля в обоих слоях до  $1,53$  нг/дм<sup>3</sup> на поверхности и  $2,33$  нг/дм<sup>3</sup> у дна в декабре; средняя за год величина в поверхностном слое составила  $0,18$  нг/дм<sup>3</sup>, в придонном –  $0,37$  нг/дм<sup>3</sup>, в столбе воды –  $0,27$  нг/дм<sup>3</sup>. В течение года  $\gamma$ -ГХЦГ встречался в 20,8% проб ( $16,7\%$  на поверхности и  $25,0\%$  в придонном горизонте). Максимальное значение  $\gamma$ -ГХЦГ за последнюю пятилетку

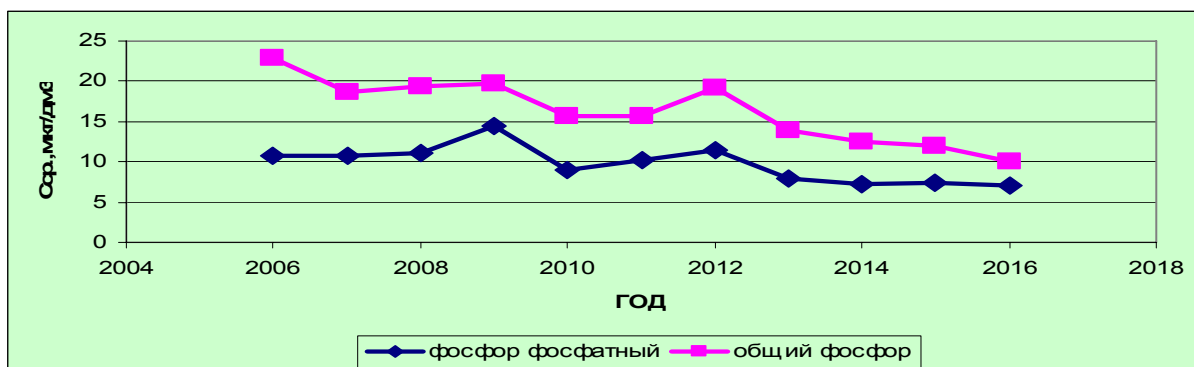
(6,96 нг/дм<sup>3</sup>) отмечено в 2014 г. в придонном слое. Средние значения за 2012–2016 гг. равны на поверхности 0,63 нг/дм<sup>3</sup>, в придонном слое - 0,74 нг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно - 0,69 нг/дм<sup>3</sup>.

В 2016 г. на акватории морского пассажирского порта пестициды альдрин, гептахлор и ДДТ не обнаружены. За последние пять лет альдрин и ДДТ в воде были отмечены только в 2012 г. - 1,07 нг/дм<sup>3</sup> на поверхности и 1,17 нг/дм<sup>3</sup> в придонном слое, а ДДТ - 1,72 нг/дм<sup>3</sup> в придонном слое. Средние значения содержания альдрина за 2012–2016 гг. на поверхности, в придонном слое и в слое поверхность-дно были одинаковыми - 0,02 нг/дм<sup>3</sup>; ДДТ - 0,00/0,03/0,01 нг/дм<sup>3</sup> соответственно. Максимальное содержание гептахлора наблюдалось в 2012 г. - 1,70 нг/дм<sup>3</sup> в придонном слое, а средние величины за пять составили 0,20; 0,22 и 0,20 нг/дм<sup>3</sup>.

ДДЭ в 2016 г. обнаружен на придонном горизонте в феврале (0,51 нг/дм<sup>3</sup>) и ноябре (0,56 нг/дм<sup>3</sup>). В течение года этот метаболит встречался в 8,3% проб (0% на поверхности и 16,7% в придонном горизонте). Среднегодовая величина ДДЭ в придонном слое составила 0,09 нг/дм<sup>3</sup>, а в слое поверхность-дно - 0,04 нг/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание ДДЭ за пятилетний период наблюдений (2,13 нг/дм<sup>3</sup>) отмечено в 2014 г. на поверхности. Средние значения за 2012–2016 гг. равны на поверхности - 0,11 нг/дм<sup>3</sup>, в придонном слое - 0,05 нг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно - 0,08 нг/дм<sup>3</sup>. ДДД в акватории порта за отчетный период был обнаружен только в двух пробах воды из 24 проанализированных (8,3%) - на поверхности в июне (0,71 нг/дм<sup>3</sup>) и в придонном слое в июле (0,54 нг/дм<sup>3</sup>). Максимальные значения ДДД за пятилетний период наблюдений (7,47 нг/дм<sup>3</sup>, 0,7 ПДК) отмечены в 2012 г. в придонном слое вод. Средние за пятилетку значения равны на поверхности 0,15 нг/дм<sup>3</sup>, в придонном слое - 0,32 нг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно - 0,23 нг/дм<sup>3</sup>.

Полициклические хлорированные бифенилы в 2016 г. в водах акватории порта Ялта не обнаружены. За пятилетний период наблюдений максимум содержания ПХБ (4,37 нг/дм<sup>3</sup>, 0,4 ПДК) был отмечен в 2014 г. на поверхности. Средние значения за 2012–2016 гг. равны на поверхности 0,18 нг/дм<sup>3</sup>, в придонном слое - 0,07 нг/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно - 0,12 нг/дм<sup>3</sup>.

**Биогенные вещества.** Содержание неорганического **фосфора** в течение 2016 г. в водах акватории пассажирского порта Ялта изменялась в 12 пробах из поверхностного слоя в диапазоне 5-19 мкгР/дм<sup>3</sup> (максимум 16 февраля), в придонном слое (12 проб) 2-7 мкгР/дм<sup>3</sup>. Средняя за год концентрация фосфатов у поверхности составила 9,2; у дна 4,3, а в столбе воды 6,8 мкгР/дм<sup>3</sup>. За период 2012-2016 гг. максимальная концентрация фосфатного фосфора (31 мкгР/дм<sup>3</sup>) отмечена в 2013 г. на поверхности. Средние значения за пятилетний период составили на поверхности - 10 мкгР/дм<sup>3</sup>, в придонном слое - 6 мкгР/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно - 8 мкгР/дм<sup>3</sup>. Динамика содержания фосфора в водах порта в последние десять лет свидетельствует о постепенном снижении средней концентрации обоих контролируемых форм (рис. 10). Концентрация общего фосфора на поверхности была в пределах 5-21 мкгР/дм<sup>3</sup> (максимум в феврале), в придонном слое 4-11 мкгР/дм<sup>3</sup>. Среднегодовые значения на поверхности равны 13 мкгР/дм<sup>3</sup>, у дна - 7 мкгР/дм<sup>3</sup>, в столбе воды поверхность-дно - 10 мкгР/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения общего фосфора за пятилетний период наблюдений (37 мкгР/дм<sup>3</sup>) отмечены в 2013 г. на поверхности. Средние значения за 2012–2016 гг.: на поверхности - 16; у дна - 11; в слое поверхность-дно - 14 мкг/дм<sup>3</sup>.

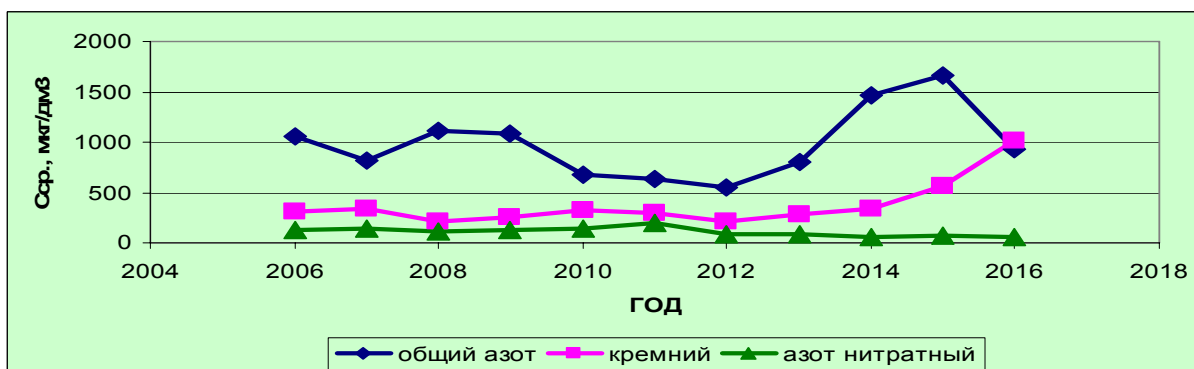


**Рис. 10.** Многолетняя динамика значений фосфатного и общего фосфора (мкгP/дм<sup>3</sup>) в водах акватории пассажирского порта Ялта в 2006-2016 гг.

Значения аммонийного азота в водах акватории порта изменялись от 5 мкгN/дм<sup>3</sup> до 42 мкгN/дм<sup>3</sup>. В поверхностном слое концентрация изменялась в пределах 6-42 мкгN/дм<sup>3</sup> (максимум в декабре), на придонном горизонте 5-18 мкгN/дм<sup>3</sup>. Среднегодовые значения на поверхности равны 19 мкгN/дм<sup>3</sup>, в придонном слое – 11 мкгN/дм<sup>3</sup>, в столбе воды от поверхности до дна – 15 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения азота аммонийного за пятилетний период наблюдений (71 мкгN/дм<sup>3</sup>) отмечены в 2012 г. на поверхности. Средние значения за 2012–2016 гг. равны на поверхности – 28 мкгN/дм<sup>3</sup>, в придонном слое – 22 мкгN/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно – 25 мкгN/дм<sup>3</sup>.

По результатам анализа 24 проб концентрация нитритного азота в морской воде на акватории порта изменялась в пределах 1,0-6,9 мкгN/дм<sup>3</sup> на поверхности (максимальное значение за 5 лет), в среднем 2,95 мкгN/дм<sup>3</sup>, и 0,5-4,3 мкгN/дм<sup>3</sup> на придонном горизонте (1,92 мкгN/дм<sup>3</sup>). Среднегодовое значение во всем столбе воды от поверхности до дна 2,43 мкгN/дм<sup>3</sup>. Средние значения за 2012-2016 годы составили на поверхности 3,0 мкгN/дм<sup>3</sup>, в придонном слое – 2,0 мкгN/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно – 2,5 мкгN/дм<sup>3</sup>.

Концентрация нитратного азота изменялась от 36 до 190 мкгN/дм<sup>3</sup> в поверхностном слое, в среднем 98 мкгN/дм<sup>3</sup>, и от 6 до 38 мкгN/дм<sup>3</sup> (18 мкгN/дм<sup>3</sup>) в придонном; средняя в столбе воды – 58 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание в воде порта нитратов за пятилетний период (372 мкгN/дм<sup>3</sup>) отмечено в 2012 г. в поверхностном слое. Средние значения за 2012-2016 годы составили на поверхности – 116 мкгN/дм<sup>3</sup>, в придонном слое – 23 мкгN/дм<sup>3</sup>, в слое поверхность-дно – 70 мкгN/дм<sup>3</sup>. В последнее десятилетие не отмечено существенного тренда в динамике концентрации нитратов (рис. 11).



**Рис. 11.** Многолетняя динамика концентрации (мкг/дм<sup>3</sup>) кремния, нитратного и общего азота в водах акватории пассажирского порта Ялта в 2006-2016 гг.

Концентрация общего азота в водах морского порта Ялты изменялась от 219 мкгN/дм<sup>3</sup> до 1771 мкгN/дм<sup>3</sup>. В течение года концентрация в поверхностном слое изменялась от 1097 до 1771 мкгN/дм<sup>3</sup> (максимум отмечен в марте), у дна значения варьировали в диапазоне 219-798 мкгN/дм<sup>3</sup>. Средние значения за год на поверхности составили 1384; в придонном

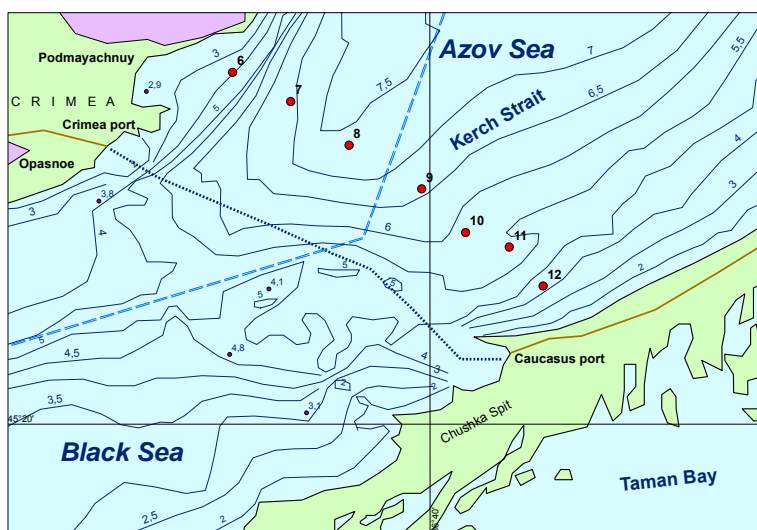
слое 480; в слое поверхность-дно – 932 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимальное значение общего азота за пятилетний период наблюдений (3983 мкгN/дм<sup>3</sup>) отмечено дважды в 2014 г. (июнь) и 2015 г. (январь) на поверхности. Среднее значение за 2012–2016 гг. для поверхности составило 1359, в придонном слое 813; а в слое поверхность-дно – 1086 мкгN/дм<sup>3</sup>. В многолетней динамике выделяются периоды в несколько лет пониженной или повышенных средних значений общего азота (рис. 11). В 2016 г. уровень содержания суммарного азота существенно снизился по сравнению с двумя предыдущими годами с наибольшими значениями для всего десятилетия.

Концентрация кремния изменялась в зависимости от поступления воды из местной речки и варьировала в поверхностном горизонте в очень широком диапазоне 284–3088 мкг/дм<sup>3</sup> (максимум за весь период наблюдений с 2001 года), в придонном слое разброс был существенно уже – 165–1339 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание кремния в поверхностном горизонте составило 1546; в придонном – 477; в слое поверхность-дно – 1011 мкг/дм<sup>3</sup>. Средние значения за пятилетний период составили на поверхности 723; в придонном слое – 237; а в слое поверхность-дно – 480 мкг/дм<sup>3</sup>. Последние два года отличаются существенно более высоким содержанием силикатов в воде порта по сравнению с предыдущими годами десятилетия (рис. 11).

Значения растворённого в воде **кислорода** варьировали от 5,74 до 10,60 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в поверхностном слое и 6,44–10,37 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в придонном. Минимальное значение, которое является наименьшим для вод порта с 2001 г., было ниже норматива и отмечено 5 сентября в одной пробе с поверхности при температуре воды 24,6<sup>0</sup>C и в воде пониженной солености (15,763‰). Всего за период с 2001 г. было зафиксировано 7 случаев содержания кислорода ниже нормы, однако минимум (составил 4,90 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и два ближайших значения были отмечены вне порта в районе дампинга на глубине более 100 м. Среднегодовые значения составили на поверхности 8,69; в придонном слое - 8,49; а в слое поверхность – дно - 8,59 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Насыщение вод растворенным кислородом изменялось от 74% до 113%, в среднем 94,1%. Средние значения за 2012–2016 годы составили на поверхности 8,74; в придонном слое 8,77; в слое поверхность-дно – 8,75 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

## 5. Керченский пролив

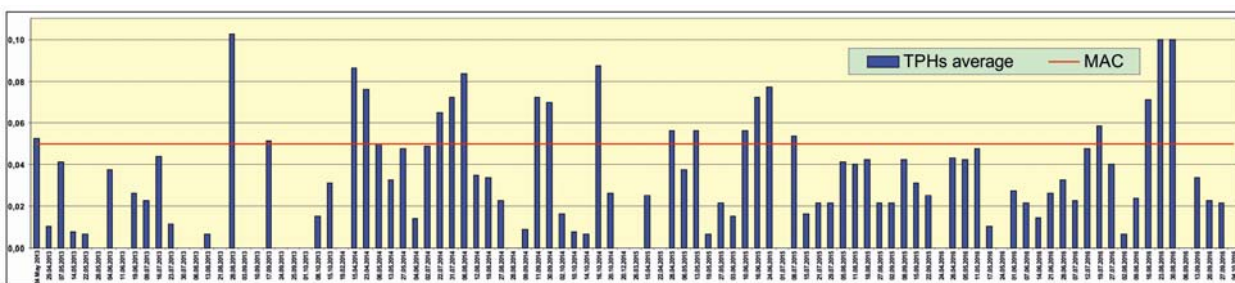
В 2016 г. мониторинг состояния морских вод в северной устьи Керченского пролива проводился МГС «Опасное» на 4 станциях разреза между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (рис. 12). Всего 192 пробы были отобрано из поверхностного и придонного слоев воды.



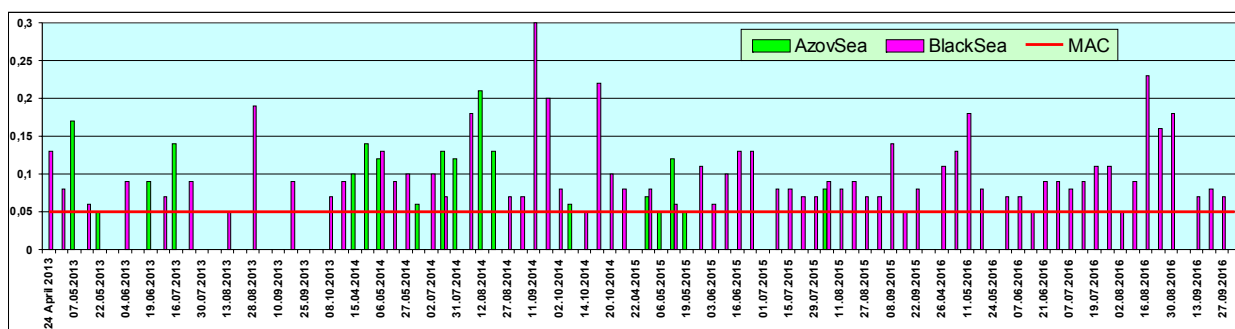
**Рис. 12.** Станции мониторинга (№№ 6-9) в северной устьи Керченского пролива в 2016 г.

Загрязнение вод пролива **нефтяными углеводородами** в среднем в 2016 г. оставалось на уровне ПДК или немного ниже. В поверхностном слое концентрация НУ варьировала от аналитического нуля в 22 пробах из 95 (23,2%) до 0,23 мг/дм<sup>3</sup> (4,6 ПДК, 16 августа); в

придонных водах эти показатели были равны 0-0,18 мг/дм<sup>3</sup> (аналитический ноль в 40 пробах из 96; 41,7%; максимум 3,6 ПДК, 11 мая). Средние значения в 2016 г. составили 0,047 и 0,020 мг/дм<sup>3</sup> на поверхности и у дна соответственно, во всем столбе воды – 0,034 мг/дм<sup>3</sup>. По максимальным значениям превышение ПДК фиксировалось ежемесячно. Повторяемость концентрации НУ, равной или превышающей ПДК, возросла до 44,5% от общего количества определений (в 2015 г. – 46,9%). Динамика среднего содержания НУ в воде пролива в конкретные даты 2013-2016 гг. позволяет предположить очень высокую временную изменчивость этого параметра (рис. 13). В большей части съемок значения варьировали в диапазоне от аналитического нуля до ПДК, при этом 21 раз за три года средняя концентрация НУ на разрезе более или менее существенно превышала 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Однако во все даты наблюдений в эти четыре года максимальные значения превышали ПДК, что в очередной раз подчеркивает значительную загрязненность вод пролива нефтяными углеводородами (рис. 14). Высокий уровень загрязнения проявляется даже несмотря на отмеченную выше временную неоднородность проявления этого явления. Особо следует отметить, что максимальные значения концентрации нефтяных углеводородов в отдельные дни превышали ПДК как в водах пониженной солености менее 13‰, которые можно рассматривать как азовоморские, так и в черноморских водах.



**Рис. 13.** Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) на разрезе в водах Керченского пролива в 2013-2016 гг.



**Рис. 14.** Максимальное содержание нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в черноморских водах с соленостью более 13‰ и менее соленых азовоморских водах в Керченском проливе в 2013-2016 гг.

Содержание **СПАВ** в поверхностном слое варьировало от аналитического нуля в 70 пробах из 96 (72,9%) до 7 мкг/дм<sup>3</sup> (0,07 ПДК); в придонных водах эти показатели почти не изменились: 0-6 мкг/дм<sup>3</sup> (аналитический ноль в 79 пробах из 96; 82,3%; максимум 0,06 ПДК); среднее значение составило во всем столбе воды 0,69 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание фенолов в воде пролива только в одной пробе из 192 превышало предел количественного определения – 0,9 мкг/дм<sup>3</sup>. В 2016 г. присутствие ХОП ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ГПХ, альдрин) в водах пролива не было зафиксировано за исключением ДДЭ, следовые концентрации которого (0,54 и 0,88 нг/дм<sup>3</sup>) были обнаружены в придонных водах в августе. Загрязнения вод ПХБ не зафиксировано.

Концентрации общего **азота** изменялись в диапазоне 110-980 мкг/л. Среднее содержание в слое поверхность-дно снизившись до 400 мкг/л вернулось к уровню 2012-

2013 гг. (рис. 15). При относительно стабильном общем содержании азота, средняя концентрация аммонийного в последние годы (2013-2016 гг.) выросла в 3,6 раза по сравнению с периодом 2009-2012 гг. В 2016 г. максимальное содержание аммонийного азота (до 92 мкг/л) наблюдалось в июне, когда среднемесячное значение составило 74 мкг/л. Концентрации нитритного азота не превышали 5-7 мкг/л. Содержание нитратного азота не превышало 55 мкг/л, но в среднем за год возросло до 20 мкг/л.

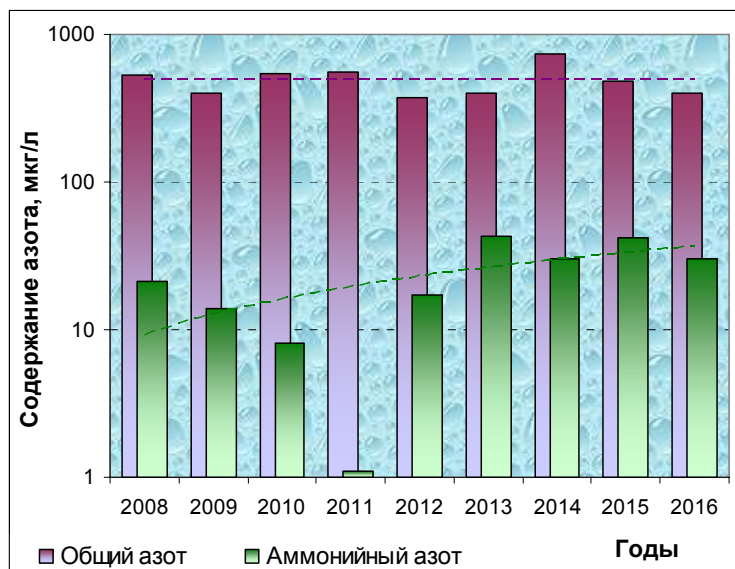


Рис. 15. Многолетнее изменение среднегодового содержания аммонийного и общего азота в водах Керченского пролива.

Максимум фосфатного **фосфора** (до 31-36 мкг/л) наблюдался в августе и сентябре на обоих горизонтах, тогда как с апреля по июль содержание его не превышало 10 мкг/л. Концентрации общего фосфора в апреле-июле не превышали 25-27 мкг/л, а в сентябре-октябре достигали 54-56 мкг/л. Среднее за год содержание (30 мкг/л) возросло в 1,4 раза в сравнении периодом 2008-2015 гг.

Концентрация **кремния** изменялась от 30-50 до 530-550 мкг/л. Среднее содержание в слое поверхность-дно составило 280 мкг/л.

Аэрация вод пролива в слое поверхность-дно впервые с 2010 г. превысила рубеж 100% насыщения (рис. 16). Дефицит **растворенного кислорода** не превышал 19-21% насыщения. В июле отмечалось перенасыщение вод кислородом на 25% насыщения. По абсолютным значениям концентрация его в августе составила 6,39-8,53 мг/л, а в остальной период изменялась от 7,09 до 10,18 мг/л. Среднегодовое содержание растворенного кислорода составило 8,18 мг/л (102% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие **сероводорода** в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано.

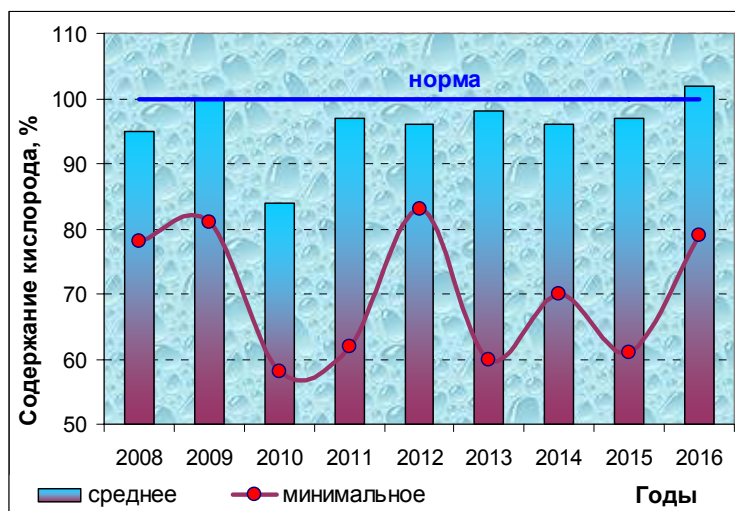


Рис. 16. Многолетнее изменение среднегодового и минимального содержания растворенного кислорода в водах Керченского пролива.

### 6. Качество черноморских вод у берегов Крыма

Результаты расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе усредненных за сопоставимые периоды наблюдений и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, позволяют сравнить качество вод различных участков побережья Крыма. В 2016 г. воды всех районов мониторинга классифицировались как «чистые» (табл. 8, рис. 17).

**Таблица 8.** Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2014-2016 гг. по индексу загрязненности вод (ИЗВ) и классу качества вод (ККВ).

Район	2014 г.		2015 г.		2016 г.		Среднее содержание ЗВ в 2016 г. (в ПДК)
	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	
Севастопольская бухта	0,28	II	0,92	III	0,46	II	НП 1,0; N-NO <sub>2</sub> 0,04; P-PO <sub>4</sub> 0,08; O <sub>2</sub> 0,74
Акватория п. Ялта	0,22	I	0,24	I	0,28	II	НП 0,2; N-NO <sub>2</sub> 0,1; P-PO <sub>4</sub> 0,14; O <sub>2</sub> 0,70
Керченский пролив (северная узость)	0,66	II	0,40	II	0,60	II	НП 1,3; N-NO <sub>2</sub> 0,15; P-PO <sub>4</sub> 0,24; O <sub>2</sub> 0,73

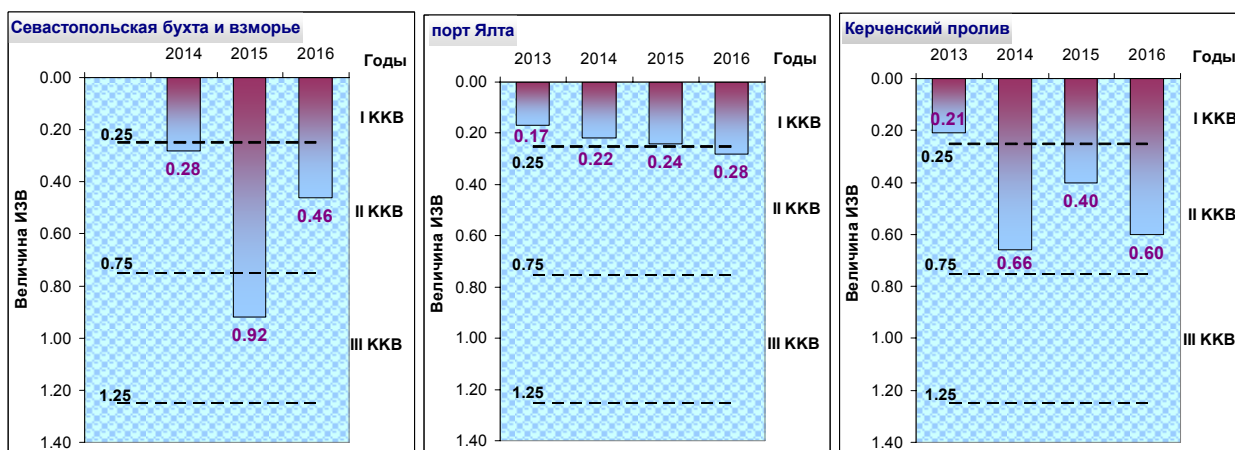


Рис. 17. Многолетнее изменение величины индекса загрязненности вод (ИЗВ) морских акваторий у берегов Крыма.