

УДК 551.465:639.4(262.5)

ТЕЧЕНИЯ В РАЙОНЕ УСТРИЧНО-МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ КАК ФАКТОР ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАРИХОЗЯЙСТВА (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

© 2017 г. М. А. Попов, канд. геогр. наук, н. с., А. В. Ерохин, вед. инж.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия
E-mail: mark.a.popov@mail.ru

Поступила в редакцию 30.06.2017 г. Принята к публикации 18.12.2017 г.

Исследование течений — одна из первостепенных задач при организации устрично-мидийной фермы. Основное влияние течения оказывают на распределение корма моллюсков, перенос и оседание личинок, снабжение обитателей фермы кислородом. Впервые исследования течений в районе марихозяйства проводили в 1999–2002 гг. Цель настоящей работы — оценка влияния течений на функционирование устрично-мидийной фермы, а также уточнение сведений о течениях в районе марихозяйства. Для измерения скорости и направления течений применяли свободно дрейфующие вехи с различным заглублением демпфера. Координаты трассеров фиксировали с помощью GPS-приёмника Garmin 72 Н. Всего за период 2014–2016 гг. проведено 17 пусков вех. Дополнительно изучали скорость и направление ветра в районе фермы. Установлено, что средняя скорость течения в районе фермы на поверхности составила $11 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$, на глубинах 6 и 10 м — $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. При этом абсолютные значения скорости течений варьировали от 0,3 до $23,0 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ на всех горизонтах. Направления течений на поверхности совпадали с направлением ветра. В редких случаях зафиксированы незначительные отклонения течений, обусловленные рельефом береговой линии и дна. Компенсационные противотечения отмечены в придонных горизонтах Карантинной бухты. Получены доминирующие направления течений с использованием розы повторяемости направлений местного ветра. Наиболее частыми являются направления течений на ферме из открытого моря (южных, юго-восточных и восточных румбов) и Карантинной бухты (северных и северо-восточных румбов). Течения западных и юго-западных румбов, переносящие воды из Севастопольской бухты, более редки. Практически отсутствовали течения северо-западных румбов. В целом скорости и направления течения в акватории устрично-мидийной фермы благоприятны и оптимальны для развития подвесной конхиокультуры.

Ключевые слова: морская ферма, течения, дискретные трассеры, повторяемость ветра, Чёрное море

Рацион питания культивируемых моллюсков-фильтраторов включает планктонные организмы и детрит, которые дрейфуют в толще вод. Перенос половых продуктов и личинок моллюсков, размножающихся в естественной среде, осуществляется с помощью течений. От интенсивности циркуляции воды зависят насыщение воды кислородом и вынос за пределы морской фермы продуктов жизнедеятельности организмов. Чем выше скорость течения, тем быстрее протекает процесс наращивания биомассы моллюсков на ферме. Однако слишком высокие скорости течения могут привести к техническим трудностям, таким как затруднение или даже невозможность работ по обслуживанию фермы [9], поэтому одной из первостепенных задач при организации и функционировании фермы является исследование течений в районе размещения марихозяйства.

В настоящей статье рассмотрено влияние течений на функционирование мидийно-устричной фермы, расположенной у входа в бухту Карантинную (г. Севастополь, п-ов Крым, Чёрное море).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Устрично-мидийная ферма ООО НИО «Марикультура», установленная в 2005 г., расположена в 200–300 м от берега между южным молом Севастопольской бухты и б. Карантинная (рис. 1). Глубины под фермой составляют 16–18 м. Размеры фермы: длина — около 400 м, максимальная ширина — около 200 м. Впервые исследования циркуляции вод в этом районе проводили в 1999–2002 гг. Течения измеряли с помощью электроконтактной вертушки типа ГМ-45 на входном створе в Севастопольскую бухту и на ферме ООО «КАУКАС» [5]. Наиболее детально изучены течения на входном створе в Севастопольскую бухту. Для акватории мидийной фермы, расположенной ближе к берегу, чем современное марихозийство, средняя скорость течения составляла $3\text{--}5\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$.

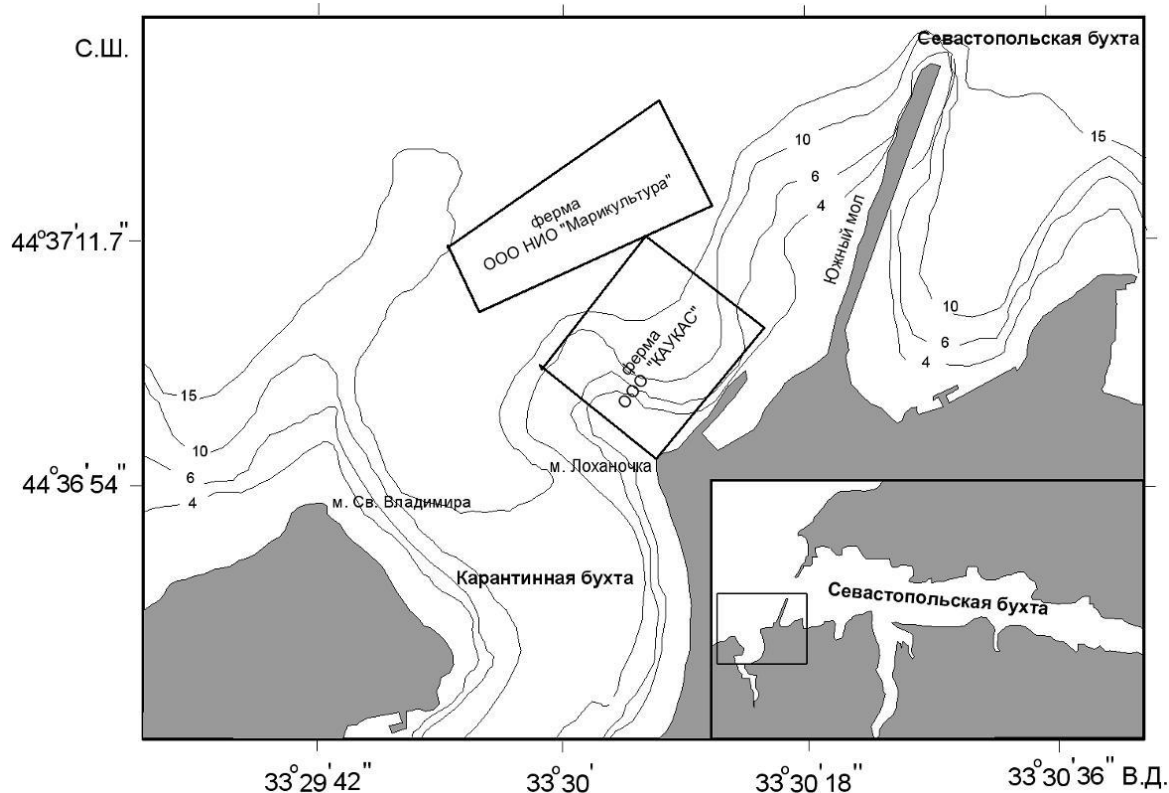


Рис. 1. Карта района исследования

Fig. 1. Area map of the research in Karantinnaya Bay (Sevastopol)

Исследования в 2014–2016 гг. проводили методом Лагранжа [7]. В его основе лежит предположение, что движение сплошной жидкой среды можно рассматривать как сумму движения отдельных частиц. В качестве частиц применяли дискретные трассеры — вешки с крестообразным демпфером. Для измерения поверхностных течений использовали 4 вехи. Размер вех: высота — 1 м, площадь демпфера (одно сечение) — $0,16\text{ м}^2$. Для измерения подповерхностных течений на глубине 6 или 10 м применяли 2 вехи. Глубину погружения демпфера выбирали в зависимости от задачи (6 м — наибольшая глубина погружения мидийного коллектора, 10 м — компенсационные течения в Карантинной бухте). Демпфер с грузом крепили к вехе с поплавком. Высота вех составляла 1 м, площадь демпфера — $0,25\text{ м}^2$. Поплавок вешки уравнивали грузом на демпфере так, чтобы на поверхности оставалась только веха с площадью поперечного сечения $0,01\text{ м}^2$. Отношение площади подводного демпфера к таковой надводной части вехи составляло 25/1. При таком соотношении надводной и подводной части вехи ветровой дрейф составляет около 5 % скорости трассера [4].

При измерении поверхностных течений сравнивали дрейф вех с демпферами площадью $0,25$ и $0,16\text{ м}^2$ при разных скоростях ветра. Различий по скорости или направлению движения вех с различной

площадью демпфера не обнаружено. Вехи выпускали на расстоянии от 30 до 50 м друг от друга. Фиксацию положения вех осуществляли через равные промежутки времени (10–20 мин) в зависимости от скорости дрейфа при помощи GPS-приёмника Garmin 72 Н. Отсечку брали с борта плавсредства как можно ближе к вехе (0,3–1,0 м). При точности GPS-приёмника в пределах 3 м (абсолютная ошибка в координатах) расстояние 1 м от вехи находится в рамках абсолютной погрешности. Для минимизации относительной ошибки (расстояния между вехами) отсечку брали с одной (подветренной) стороны вех при каждом пуске. Всего проведено 17 пусков вех (468 точек).

Скорость и направление ветра брали с сайта погоды в Севастополе [10]. Сравнивали истинный ветер в районе фермы и данные, полученные с интернет-ресурса. Скорость ветра определяли с помощью чашечного анемометра МС-13, направление — GPS-приёмником Garmin 72 Н. В период с 22.01.2015 по 05.06.2017 выполнено 429 наблюдений. При анализе материала по течениям и ветру необходимо помнить, что направления течения считают из компаса, а направления ветра — в компас. Для графической обработки данных применяли программы Google Earth 6.2.2.6613, Surfer Version 8.00.

Таблица 1. Скорость и направления ветра и течения в районе морской фермы

Table 2. Speed and direction of wind and current in the area of the marine farm

Дата	Направление и средняя скорость ветра, м·с ⁻¹	Горизонт, м	Направление и средняя скорость течения, см·с ⁻¹
14.04.2014	Ю, 5	0	С, 13
16.04.2014	С, 1–2	0	Ю, 6
13.05.2014	ЮЗ, 3	0	С, 8
17.06.2014	ЮЗ, 3–6	0	СВ, 13
18.06.2014	ЮЗ, 6–7	0	ВСВ, 16
12.09.2014	С, 1–3	0	Ю, 4
17.04.2015	Ю, 7	0	С, 15
21.05.2015	ЮЗ, 3	0	СВ, 10
22.05.2015	СВ, 2	0	ЮЗ, 16
15.07.2015	штиль	0	З, 6
06.08.2015	СВ, 6	0	ЮЗ, 13
06.08.2015	СВ, 6	6	ЮЗ, 4
11.08.2015	З, 2,5	0	СВ, 8
11.08.2015	З, 2,5	6	ССВ, 1
12.08.2016	З, 3	0	ЮВ, 8
27.08.2016	ССЗ, 3	0	Ю, 10
27.08.2016	ССЗ, 3	6	Ю, 6
28.08.2016	ССЗ, 3, 4	0	В, 4
28.08.2016	ССЗ, 3, 4	6	Ю, В, С, 1
08.11.2016	Ю, 7	0	С, 14
08.11.2016	Ю, 7	6	С, 2
09.11.2016	Ю, 3	0	С, 13
09.11.2016	Ю, 3	10	ЮВ, 3

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Скорость течения на поверхности варьировала от 2 до 23 см·с⁻¹. Максимальные скорости отмечены 22.05.2015 при небольшой скорости ветра (СВ, 2 м·с⁻¹). Течение было связано, вероятно, с поверхностным выносом вод из Севастопольской бухты [5]. В большинстве случаев скорости 14–18 см·с⁻¹

наблюдали при умеренных ветрах ($6-7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$). Минимальные абсолютные скорости течения на поверхности отмечены 12.09.2014 при тихом ветре ($C, 1-2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$). Средняя скорость на поверхности составляла $11 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. Направления течений в основном совпадали с направлением ветра, и только в отдельных случаях незначительно отклонялись за счёт влияния рельефа дна и береговой линии (табл. 1).

Интересные данные получены 16.04.2014 (рис. 2). В начале эксперимента визуально отмечена фронтальная зона по скоплению мусора и полосы пены. Скорость северо-западного ветра составляла $1-2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Веха № 1 и № 2 двигались поперёк фронта в северо-восточном и восточном направлениях. Веха № 3 находилась в зоне конвергенции и двигалась вдоль фронта. Веха № 4 дрейфовала в юго-западном направлении. В эксперименте были зафиксированы, вероятно, вихри Ленгмюра с горизонтальными осями вращения. Зона конвергенции — граница между ними. Течение направлено перпендикулярно оси вихрей. По дрейфу вех № 1, № 2 и № 4 его скорость оценена примерно в $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. После второй отсечки все вехи двигались в южном направлении и в конце эксперимента дрейфовали во фронтальной зоне, т. е. в зоне конвергенции. Скорости течения достигали $3-8 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$.

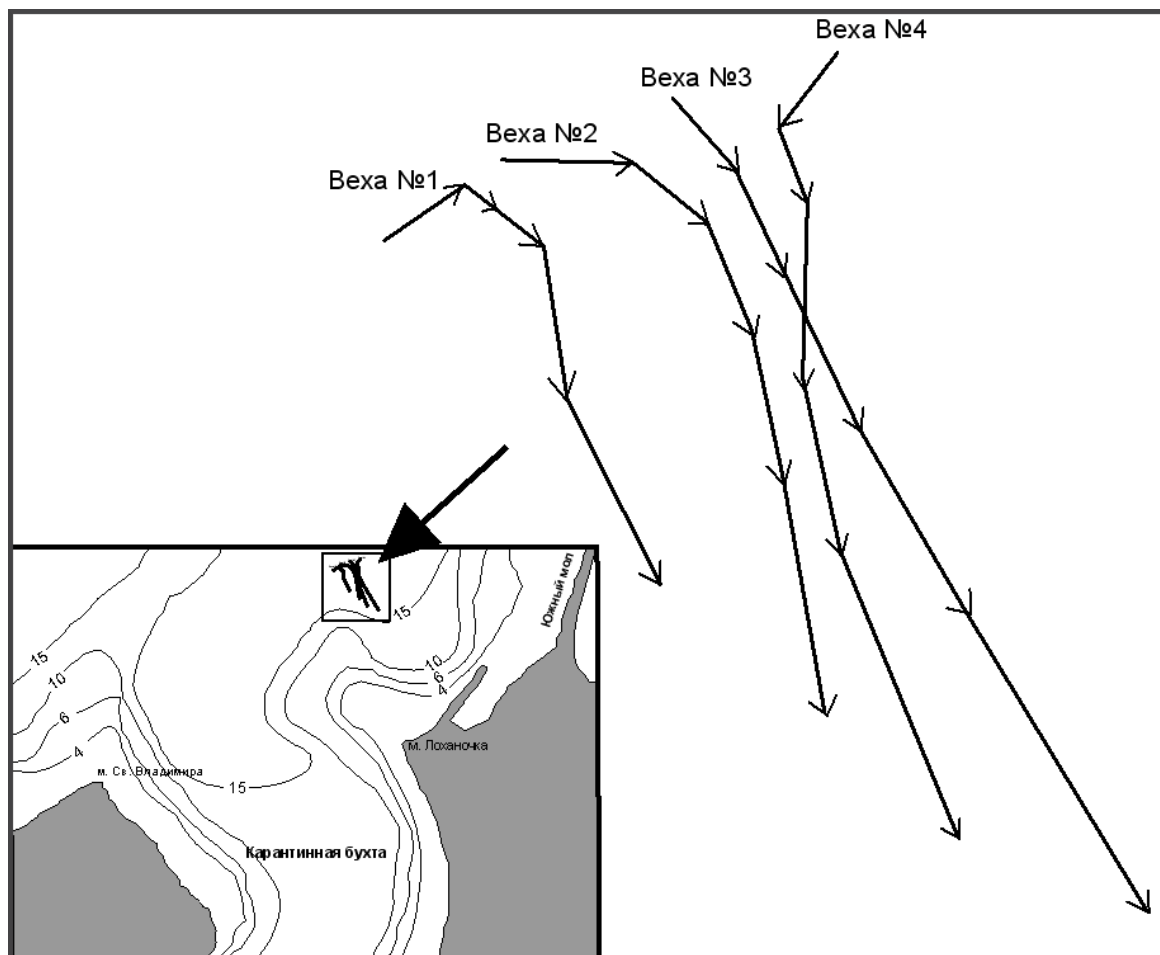


Рис. 2. Схема дрейфа вех 16.04.2014

Fig. 2. Scheme of mark drifts 16.04.2014

На горизонте 6 м скорость течения изменялась от $0,3$ до $8,0 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. Средняя скорость течений составляла около $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. В двух случаях пусков из пяти течения совпадали по направлению с поверхностными. По одному случаю течения имели незначительные отклонения вправо (б. Карантинная) или влево (акватория фермы) от направления поверхностных течений (табл. 1). Такие флуктуации можно объяснить влиянием береговой линии и дна на течения в прибрежной зоне. Максимальная скорость

на горизонте 6 м зафиксирована 27.08.2016 при лёгком ветре (ССЗ, $3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), причём скорость течения в подповерхностном горизонте незначительно уступала скорости течения на поверхности. На разрезе м. Св. Владимира — м. Лоханочка наблюдали компенсационное течение на глубине 6 м. Так, 28.08.2016 (рис. 3) подповерхностная вежа № 5, пущенная в восточной части разреза, сначала двигалась на юго-запад при слабом ССЗ ветре, как поверхностные вежи и вежа № 6. Затем, при смене ветра, дующего со скоростью $3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, на западный, эта вежа сначала сменила направление движения на северное, северо-западное, а после — на западное.

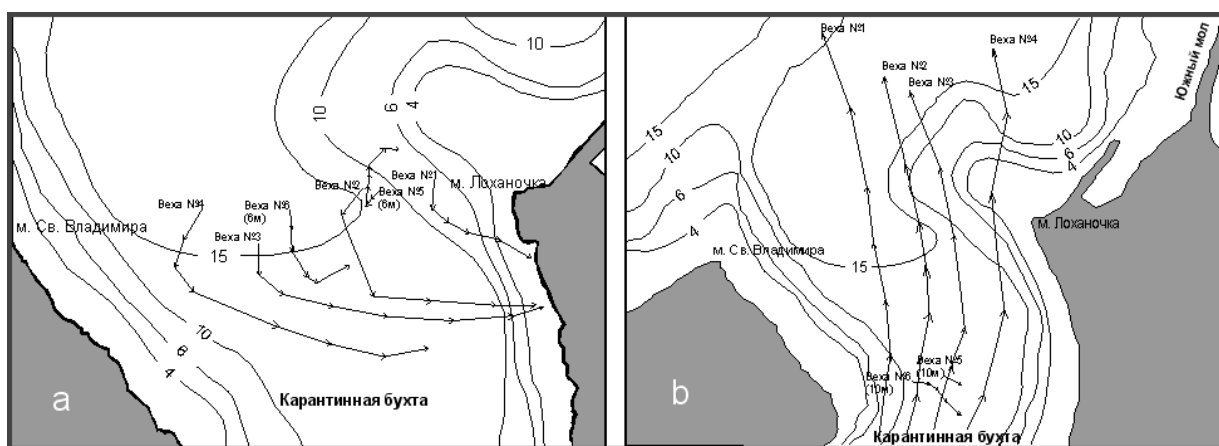


Рис. 3. Схема дрейфа вех 28.08.2016 (a) и 09.11.16 (b)

Fig. 3. Scheme of mark drifts 28.08.2016 (a) and 09.11.16 (b)

Вежа № 6 (подповерхностная) повторяла движение поверхностных вод. Вероятнее всего, неустановившиеся компенсационные течения в первую очередь активизируются в придонном слое. Вежа № 5 была ближе к восточному берегу Карантинной бухты, где глубины меньше, чем на фарватере бухты, поэтому на фарватере от поверхности до глубины 6 м наблюдали дрейф вех по ветру, а у восточного берега подповерхностные течения носили компенсационный характер. Скорости течения на поверхности в этот день составляли $1\text{--}7 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$, а на глубине 6 м — $0,3\text{--}2,0 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. На глубине 6 м зафиксирована самая низкая скорость течения за все время наблюдений — $0,3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$. При этом минимальную скорость течения наблюдали при смене подповерхностного течения с юго-западного направления на северное (вежа № 5).

Исследования течений на поверхности и горизонте 10 м проводили в Карантинной бухте 09.11.2016 с целью проверки предположения, что противотечения активизируются в придонном слое (рис. 3b). Пуск вех осуществляли при лёгком (до $3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$) южном ветре. Поверхностное течение было ориентировано по ветру и имело скорости от 9 до $18 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ (в среднем $13 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$). На глубине 10 м течение направлено параллельно западному берегу бухты и перпендикулярно поверхностному течению. Вероятно, что компенсационное течение только начало формироваться. Основной поток в бухту поступал из открытого моря у м. Св. Владимира. Абсолютные скорости течения в подповерхностном горизонте 10 м составляли от 1 до $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ при средней скорости $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$.

Скорость ветра в период исследований варьировала от 0 до $7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (табл. 1). Наиболее репрезентативными характеристиками ветрового режима в районе фермы, полученными на стационарных гидрометеопостах, являются данные морской гидрометеорологической станции Херсонесский маяк, расположенной в 10,5 км к ЗЮЗ от марихозьяства. Максимальную повторяемость в районе м. Херсонес за период 1948–2002 гг. имели ветры северных (23 %), южных (19 %) и северо-восточных (14 %) румбов, причём этим направлениям соответствует наибольшая повторяемость сильных ветров. Максимальную повторяемость в районе м. Херсонес имеют волнения северного (22,5 %) и южного (22,7 %) направлений, что соответствует преобладающим направлениям ветра. Наиболее штормоопасными являются

юго-западное (18,1 %) и северо-западное (9,3 %) направления распространения волн [6]. Для района фермы местный ветер и волнение имеют свои особенности, которые связаны, прежде всего, с орографией местности, а также с современными тенденциями изменчивости ветрового режима над Чёрным морем [1]. По данным, полученным с сайта [10] и откорректированным для места наблюдения, максимальную повторяемость имеют ветры северных (23 %), северо-западных (19 %), западных (17 %), южных (15 %), северо-восточных (11 %) и юго-западных (10 %) румбов (рис. 4).

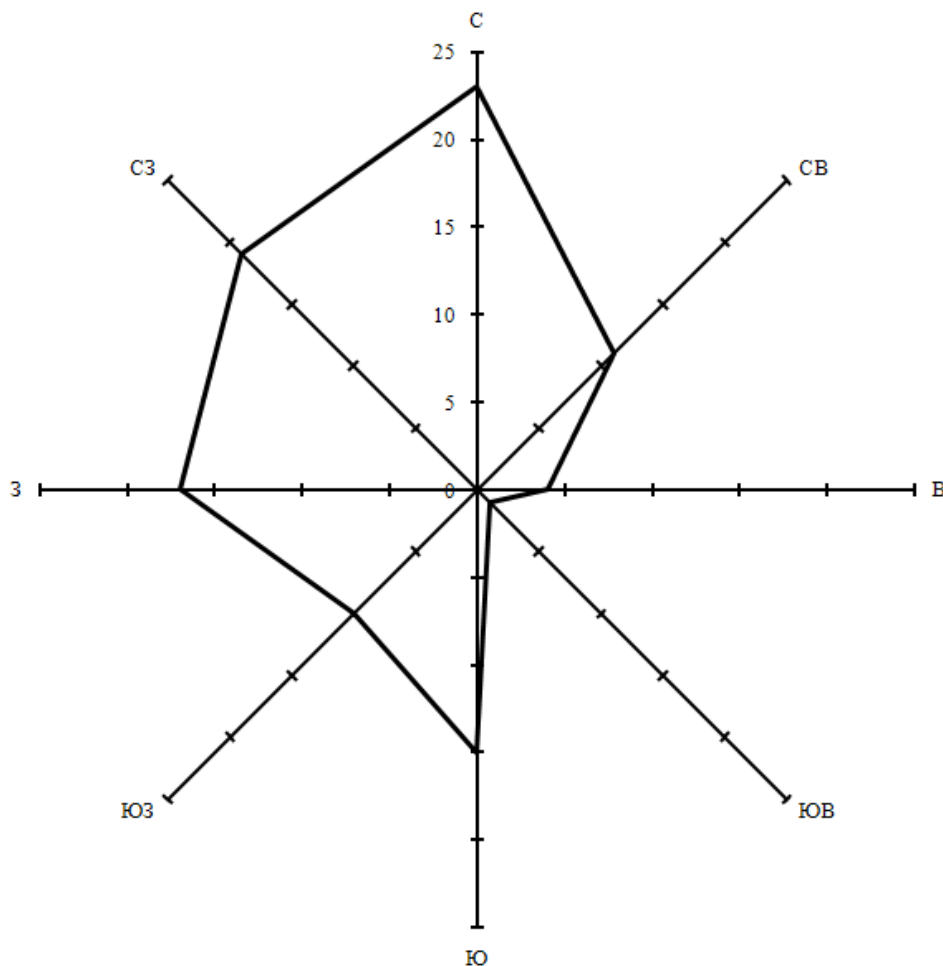


Рис. 4. Роза повторяемости ветра (%) по направлениям в районе марихозяйства (2015–2017 гг.)

Fig. 4. Rose of the frequency of wind (%) in directions near marine farm (2015–2017)

Если предположить, что направления течений в районе фермы определяются в основном местным ветром, то можно сказать, что наиболее частыми являются направления течений на ферме из открытого моря (южных, юго-восточных и восточных румбов), из Карантинной бухты (северных и северо-восточных румбов). Течения западных и юго-западных румбов, переносящие воды из Севастопольской бухты, более редки. Практически отсутствуют течения северо-западных румбов. Наиболее штормоопасными для района фермы являются ветры северных, северо-западных и западных румбов. При этих же штормовых ветрах должны быть самые высокие скорости течений.

Направление ветра оказывает значительное влияние на количество меропланктона в прибрежных районах. Так, при сгонных ветрах численность личинок в Балаклавской бухте резко снижалась из-за того, что они выносились с водными массами в открытое море [3]. Во время нагонных ветров численность меропланктона в бухте увеличивалась на порядок. В районе фермы преобладают направления течения из открытого моря, а значит, в акваторию марихозяйства эти течения должны приносить меропланк-

Таблица 2. Допустимая протяжённость марихозьяйства (м) [2]**Table 2.** The permissible length of the marine farm (m) [2]

Концентрация корма, г·м ⁻³	Скорость течения, см·с ⁻¹					
	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
0,175	8	16	32	79	159	318
0,180	16	32	64	161	322	644
0,190	33	66	132	331	662	1323
0,200	51	102	204	509	1018	2035
0,300	267	533	1067	2667	5334	10 668
0,500	844	1689	3377	8443	16 886	33 771

тонные организмы, в т. ч. личинки *Mytilus galloprovincialis* Lam., что в итоге положительно скажется на оседании молоди мидии на коллекторы. Таким образом, преобладающие направления течений в этом районе благоприятны для развития мидиеводства.

Максимально возможную протяжённость линий марихозьяйства можно рассчитать, используя данные по скорости течения и концентрации корма. Средняя скорость течения в поверхностном слое 6 м равна 7 см·с⁻¹. Средняя концентрация корма в акватории фермы составляет примерно 300–500 мг·м⁻³ [8]. Используя методологию, предложенную в работе [2], и подставив наши данные, получаем допустимую длину марихозьяйства от 4 до 12 км (табл. 2), что намного превышает длину линий фермы ООО НИО «Марикультура».

Выводы.

По результатам исследований течений и ветра в районе марихозьяйства установлено следующее:

1. Скорость течения изменяется на поверхности в диапазоне от 2 до 23 см·с⁻¹ (средняя скорость — 11 см·с⁻¹), на горизонте 6 м — от 0,3 до 8,0 см·с⁻¹, на горизонте 10 м — от 1 до 3 см·с⁻¹ (средняя скорость течения на горизонтах 6 и 10 м — около 3 см·с⁻¹).
2. Направления течений на поверхности практически совпадают с направлением ветра; влияние рельефа береговой линии и других факторов на направление течений незначительно.
3. В районе фермы максимальную повторяемость имеют ветры северных (23 %), северо-западных (19 %), западных (17 %), южных (15 %), северо-восточных (11 %) и юго-западных (10 %) румбов.
4. Наиболее частыми являются направления течений на ферме из открытого моря (южных, юго-восточных и восточных румбов) и Карантинной бухты (северных и северо-восточных румбов). Течения западных и юго-западных румбов, переносящие воды из Севастопольской бухты, более редки. Течения северо-западных румбов практически отсутствуют.

В целом скорости и направления течения в акватории устрично-мидийной фермы ООО НИО «Марикультура» благоприятны и оптимальны для развития подвесной конхиокультуры.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Разработка научных основ решения гидробиологических и биотехнологических проблем интегрированного управления прибрежными зонами» (№ 115081110011).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- | | |
|--|--|
| 1. Баянкина Т. М., Сизов А. А., Жуков А. Н., Комаровская О. И., Пряхина С. Ф. Междесятилетняя изменчивость ветрового режима в регионе Черного моря // <i>Морской гидрофизический журнал</i> . 2015. № 4. С. 29–36. | [Bayankina T. M., Sizov A. A., Zhukov A. N., Komarovskaya O. I., Pryakhina S. F. Interdecadal variability of the wind mode in the Black Sea region. <i>Morskoy gidrofizicheskij zhurnal</i> , 2015, no. 4, pp. 29–36. (in Russ.)]. |
|--|--|

2. Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И., Пиркова А. В., Булатов К. В. *Биология культивируемых мидий*. Киев : Наукова думка, 1989. 100 с. [Ivanov V. N., Kholodov V. I., Senicheva M. I., Pirkova A. V., Bulatov K. V. *Biologija kul'tiviruemyx midij*. Kiev: Naukova dumka, 1989, 100 p. (in Russ.)].
3. Лисицкая Е. В. Меропланктон Балаклавской бухты (Крым, Чёрное море) // *Гидробиологический журнал*. 2010. Т. 46, № 3. С. 29–38. [Lisitskaya E. V. Meroplankton of the Balaklava Bay (Crimea, Black Sea). *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 2010, vol. 46, no. 3, pp. 29–38. (in Russ.)].
4. Мысленков С. А., Самсонов Т. Е. Исследование течений на шельфе Черного моря с помощью ГНСС-мониторинга // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. 2014. № 3. С. 60–68. [Myslenkov S. A., Samsonov T. E. Researching near-surface coastal currents in the Black Sea with the use of GNSS-monitoring. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotos'emka*, 2014, no. 3, pp. 62–70. (in Russ.)].
5. Немировский М. С., Еремин И. Ю. Динамика вод рейда Севастополя // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа* : сб. науч. тр. Севастополь, 2003. Вып. 9. С. 59–66. [Nemirovsky M. S., Eremin I. Yu. Water dynamics near Sevastopol City. In: *Ekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*: sb. nauch. tr. Sevastopol, 2003, iss. 9, pp. 59–66. (in Russ.)].
6. Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н., Липченко М. М. Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа* : сб. науч. тр. Севастополь, 2003. Вып. 9. С. 13–28. [Repetin L. N., Belokopytov V. N., Lipchenko M. M. Winds and wave perturbations in the southwest Crimean coast. *Ekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*: sb. nauch. tr. Sevastopol, 2003, iss. 9, pp. 13–28. (in Russ.)].
7. *Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях*. Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. 725 с. [*Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v okeanakh i moryakh*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977, 725 p. (in Russ.)].
8. Рябушко Л. И., Пospelова Н. В., Бальчева Д. С., Ковригина Н. П., Трощенко О. А., Капранов С. В. Микроводоросли эпизона культивируемого моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam., фитопланктон и гидролого-гидрохимические характеристики акватории мидийно-устричной фермы (Севастополь, Чёрное море) // *Морской биологический журнал*. 2017. Т. 2. № 4. С. 67–83 [Ryabushko L. I., Pospelova N. V., Balycheva D. S., Kovrigina N. P., Troshchenko O. A., Kapranov S. V. Epizoon microalgae of the cultivated mollusk *Mytilus galloprovincialis* Lam. 1819, phytoplankton, hydrological and hydrochemical characteristics in the mussel-and-oyster farm area (Sevastopol, Black Sea). *Morskoj biologicheskij zhurnal*, 2017, vol. 2, no. 4, pp. 67–83 (in Russ.)]. doi: [10.21072/mbj.2017.02.4.07](https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.4.07)
9. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. *Выращивание мидий и устриц в Чёрном море*. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. 508 с. [Kholodov V. I., Pirkova A. V., Ladygina L. V. *Vyrashchivanie midii i ustrits v Chernom more*. Voronezh: ООО «Izdat-Print», 2017, 508 p. (in Russ.)].
10. Погода в Севастополе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru/weather-sevastopol-5003/> [Pogoda v Sevastopole. Available at: <https://www.gismeteo.ru/weather-sevastopol-5003/> (in Russ.)].

**CURRENTS IN THE AREA OF THE OYSTER-MUSSEL FARM
AS A FACTOR OF THE OPTIMUM FUNCTIONING OF THE MARI FARM
(SEVASTOPOL, BLACK SEA)**

M. A. Popov, A. V. Erokhin

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: mark.a.popov@mail.ru

Research of currents is one of the primary tasks in the organization of an oyster-mussel farm. The main influence of the currents is on the distribution of shellfish feeding, the transfer and settling of larvae, and the supply of oxygen to the inhabitants of the farm. For the first time, studies of currents in the area of mariculture were conducted in 1999–2002. The aim of this work is to assess the effect of currents on the functioning of the oyster-mussel farm, as well as to clarify the information about the currents in the mariculture area. To measure the speed and direction of the currents, freely drifting landmarks with different depths of the damper were used. The coordinates of the tracers were recorded using the GPS receiver “Garmin 72 H”. All in all for the period 2014–2016 17 launches were conducted. In addition, the speed and direction of the wind in the vicinity of the farm were studied. It was found that the average currents velocity in the region of the truss at the surface was $11 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, at depths of 6 and 10 m – $3 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. The absolute values of the current velocity varied from 0.3 to $23.0 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ at all horizons. Directions of currents on the surface coincided with the direction of the wind, in rare cases, minor deviations of the currents were observed due to the influence of the shoreline and the bottom. Compensatory counterflows are noted in the near-bottom horizons of the Karantinnaya Bay. Dominant directions of currents were determined, using the rose of the frequency of local wind directions. The most frequent directions of the currents on the farm were from the open sea (southern, south-eastern and eastern points) and the Karantinnaya Bay (northern and northeastern points). Currents of the western and south-western direction, carrying water from the Sevastopol Bay, were more rare. Almost no current of north-western direction was observed. In general, the speed and direction of the currents in the oyster-mussel farm were found favorable and optimal for the development of suspended conchioculture.

Keywords: marine farm, currents, discrete tracers, wind frequency, Black Sea