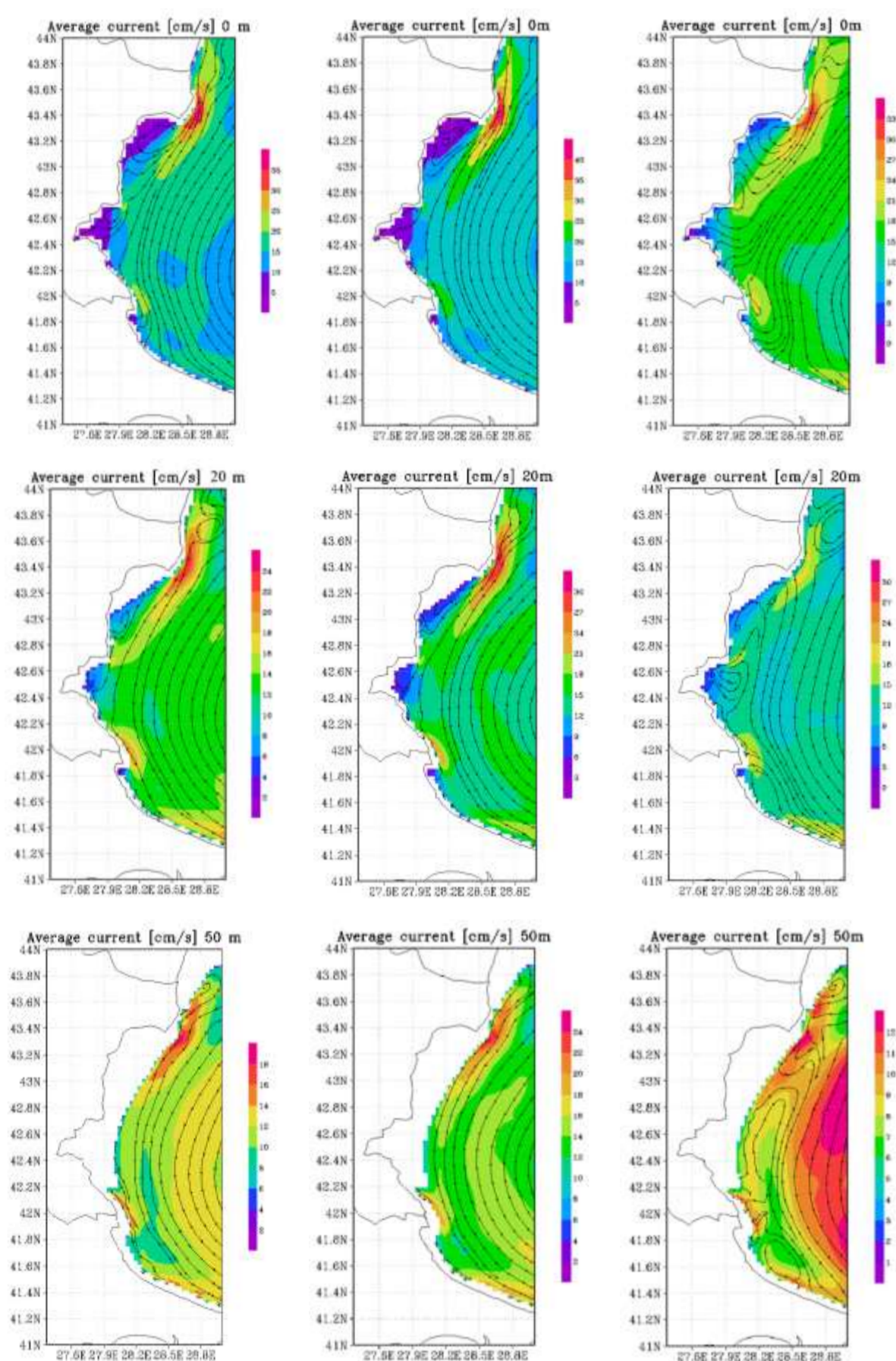


Придобиването на представа за състоянието на световния океан от миналото до сега е възможно чрез използването на моделни реанализи, които асимилират данни за минал период от време. Така успешно може да се пресъздаде избрано предишно състояние и да се оцени океанската променливост и в частност циркуляцията на Черно море, която е от съществено значение за сезонната и дългосрочната изменчивост на регионалния климат. За да се изследват измененията на скоростта и посоката на теченията по българското крайбрежие в изследването са използвани симулациите на моделния реанализ на Черноморския център за мониторинг и прогноза към Морските услуги на Програма Коперник (<http://marine.copernicus.eu>). Реанализът е извършен чрез океанския хидродинамичен модел NEMO (<https://www.nemo-ocean.eu>) за периода от 1993 до 2019 г., като са налични ежедневни данни за основните океанографски параметри с хоризонтална разрешаваща способност около 2-3 км. Атмосферните гранични условия са изчислени чрез климатичния реанализ на Европейския център за средносрочна прогноза ERA-Interim. Използвани са среднодневните стойности на зоналната (U) и меридионалната (V) компонента на течението за периода 1993-2019 г., т.е. около 10 000 тримерни полета на U и V. От тях са изчислени модула на скоростта и азимуталния ъгъл.

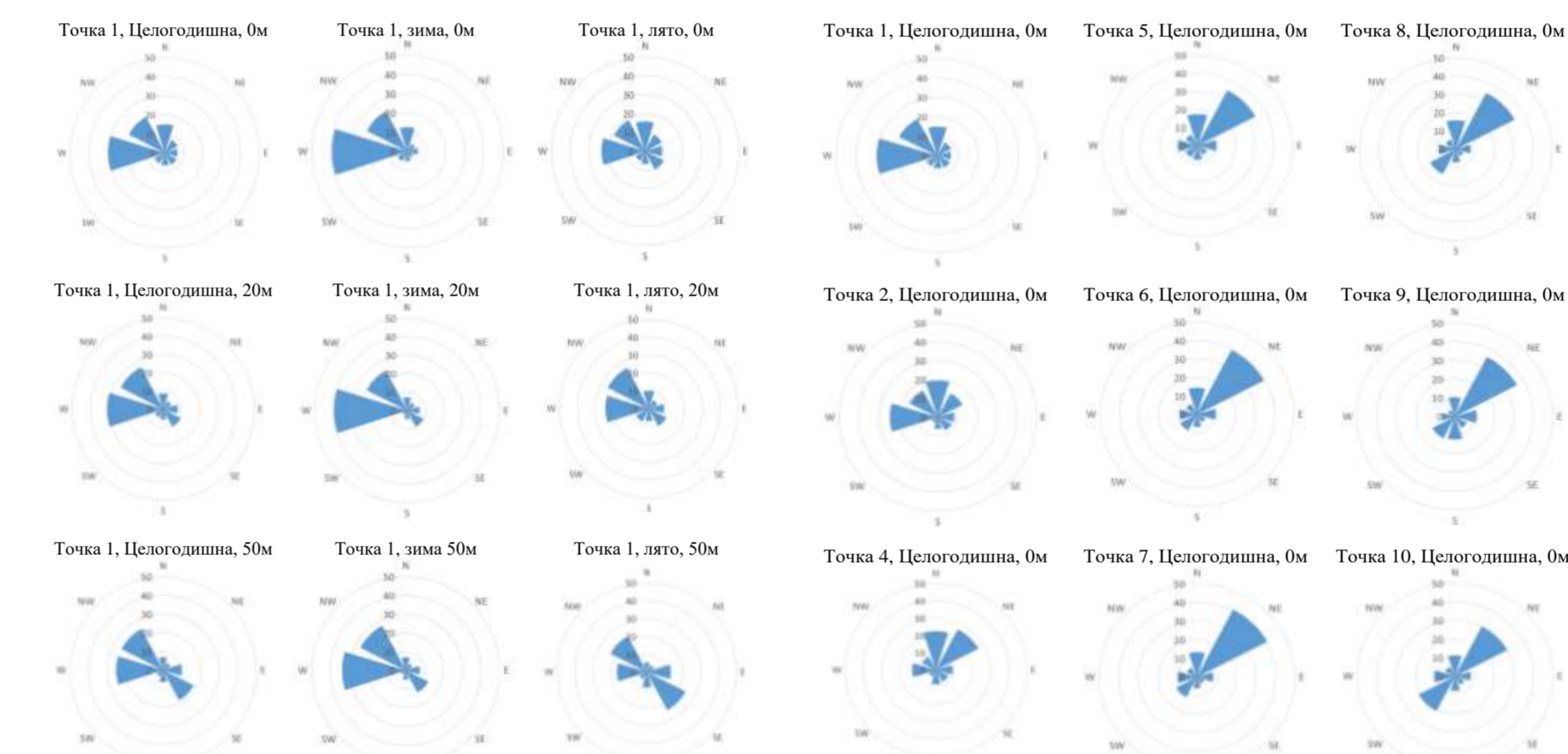
С помощта на данните от моделния реанализ са визуализирани на карти средната скорост на теченията и вариацията ѝ за целия период от 1993 до 2019 година, както и за сезоните зима (за месеците януари, февруари и март) и лято (за месеците юли, август и септември). Това е направено и за дълбочинните хоризонти 0, 20 и 50 м. За същия период и дълбочини са построени годишни, летни и зимни рози на теченията за 10 избрани точки до българския бряг.



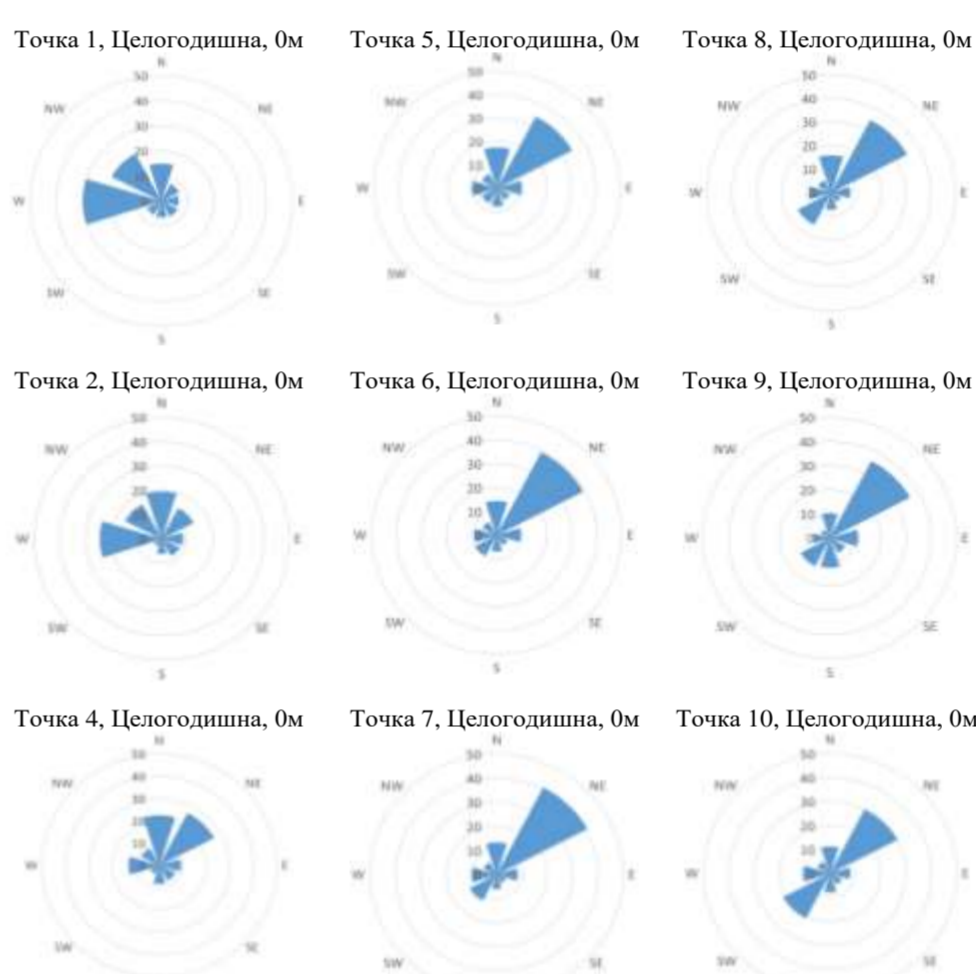
Фиг.3. Местоположението на избраните точки, в които са конструирани рози на теченията.



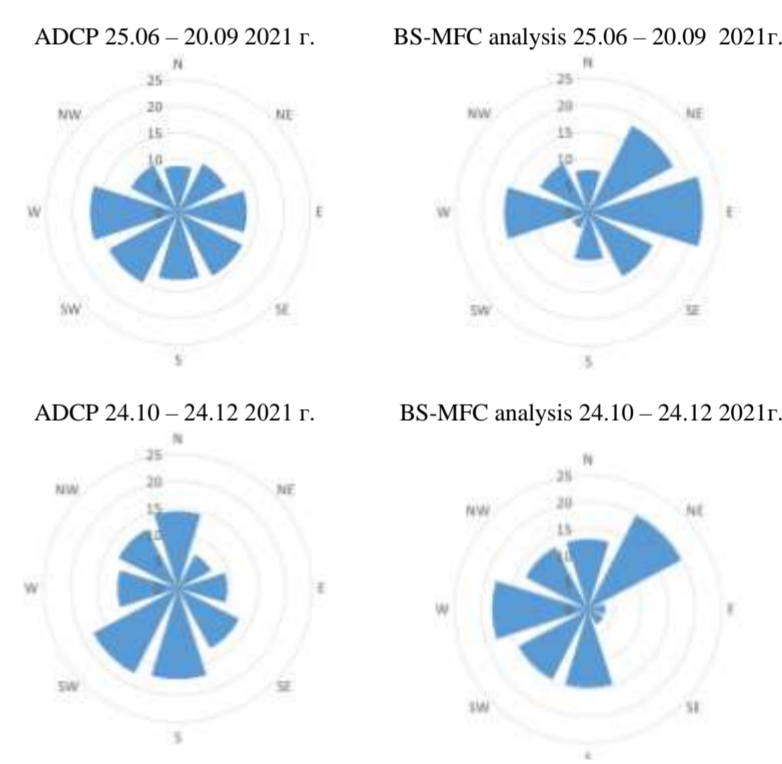
Фиг.1. Карти на средните скорости на 0, 20 и 50 м в близост до българския бряг за периода 1993-2019г. - от ляво на дясно средногодишни стойности, средни за зимния сезон и средни за летния сезон.



Фиг.4. Целогодишни, зимни и летни рози на теченията на всички дълбочинни хоризонти за точка 1.



Фиг.5. Целогодишни рози на теченията на 0 м дълбочина за различните точки.

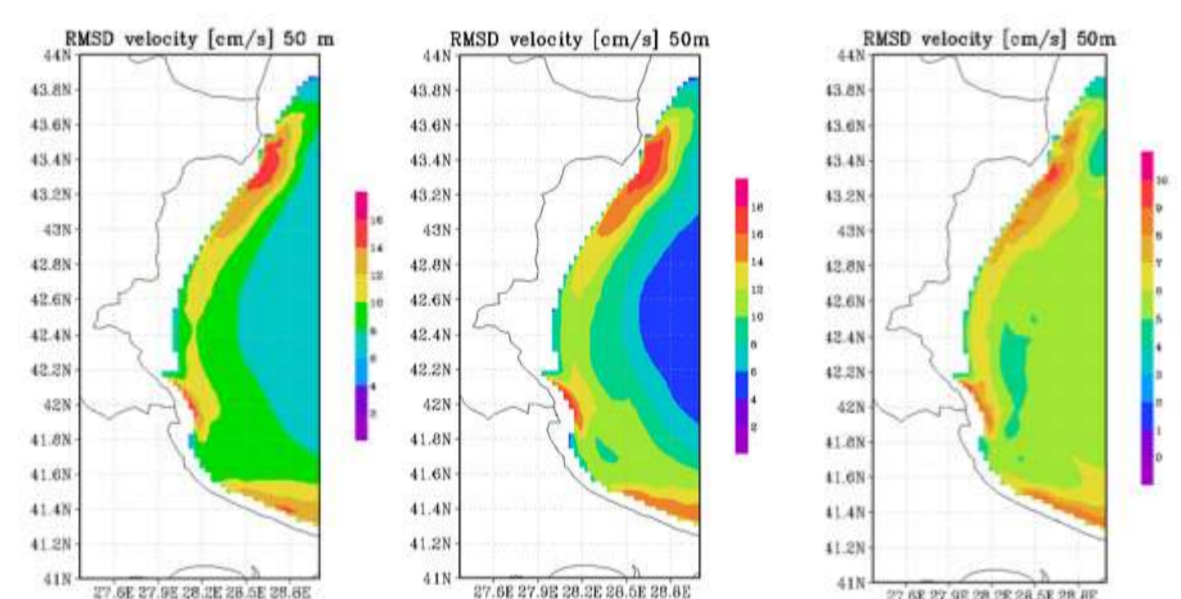


Фиг.7. Рози на теченията за уреда ADCP в точка с координати 42.46N, 27.65E и за най-близката точка от моделната мрежа.

Числените симулации на моделния реанализ са валидирани с данните от измервания с акустичен доплеров профайлър (ADCP), инсталиран в крайбрежните води в близост до гр. Черноморец за периодите 25.06-20.09 и 24.10-24.12 през 2021 г. Валидирането на числените симулации е направено в точка 16, която е най-близката моделна точка до локацията, в която е поставен акустичния доплеров профайлър.

Период	Средна скорост от измерванията ADCP [cm/s]	Средна скорост от числения анализ [cm/s]
25.06 – 20.09 2021 г.	6.3 cm/s	4.5 cm/s
24.10 – 24.12 2021 г.	9.3 cm/s	3.5 cm/s

Таблица 1. Средна скорост на повърхностното течение от измерванията на ADCP и от модела за двата периода.



Фиг.2. Карта на средноквадратичното отклонение на скоростта на 50 м дълбочина в близост до българския бряг за периода 1993-2019 г. - от ляво на дясно за целия период, за зимния сезон и за летния сезон.

Локация	Средна скорост на повърхностното течение [cm/s]	Вариация на скоростта на повърхностното течение [cm/s]
1	32.6	19.5
3	32.8	18.8
5	31.6	17.5
7	38.6	26.1
9	35.5	22.3
11	42.5	32
12	25.1	9.8
13	37.0	25.2
14	25.5	10.2
15	33.0	20.3
16	21.5	5.3

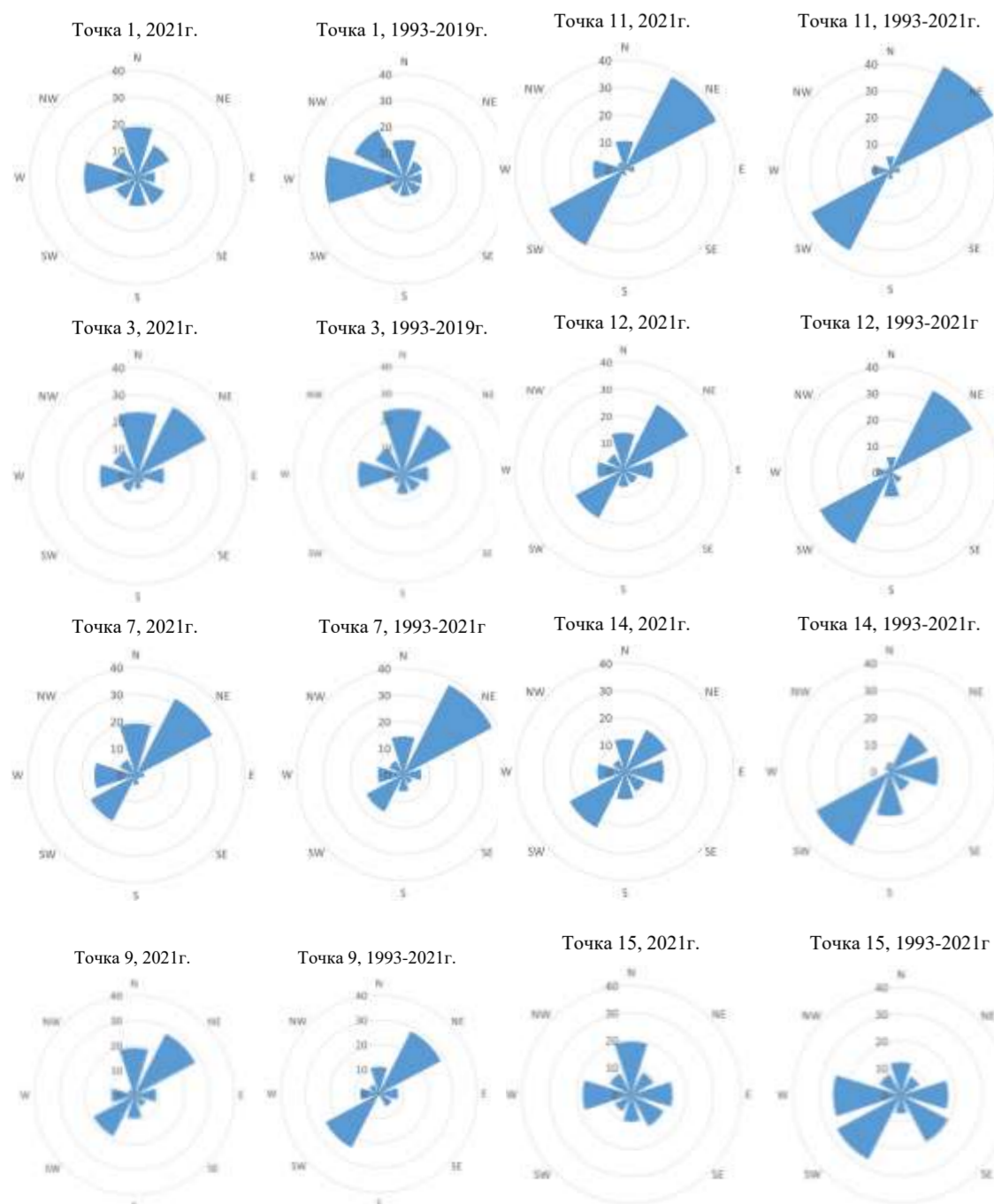
Таблица 2. Средни характеристики на повърхностните течения през 2021 г. по среднодневните данни на числения анализ на Черноморския център за мониторинг и прогноза.

За да се отговори на въпроса дали 2021 г. е била аномална по отношение на теченията са направени оценки на средното повърхностно течение и неговата вариация за 2021 година, както и за посоката на повърхностното течение в общо 11 точки в близост до българския бряг и в открито море.

Резултатите от изследването са включени в дипломната работа на авторката и една част са използвани в изпълнението на Националната научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, а друга част – в помощ на регулярния мониторинг на Черноморския басейн, който България е задължена да прави в изпълнение на Морската директива на Европейската комисия.

Заключение

- Максимални скорости на течението за периода 1993-2019 г. се получават при нос Калиакра като през летните месеци скоростта отслабва в дълбочина, а през зимните се усилва. Западният клон на основното черноморско течение (ОЧТ) също отслабва в дълбочина и се формира обратна циркуляция на север до брега. От българския бряг към вътрешността на Черно море скоростта на повърхностните течения нараства, достига максимални стойности при ОЧТ и после пак намалява в района на западния циклоничен пръстен.
- Най-силна изменчивост както за цялата година, така и за лятото и зимата по отделно се наблюдава около нос Калиакра.
- По българския бряг преобладава пренос от североизток на югозапад като западната компонента на скоростта се усилва постепенно от север на юг.
- През 2021 г. се е увеличила почти на всякъде повторемостта на северните течения.



Фиг.8. Рози на повърхностното течение през 2021 г. и климатични рози за периода 1993-2019 г.