



**ТРУДЫ
КАРАДАГСКОЙ
НАУЧНОЙ СТАНЦИИ
им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНОГО
ЗАПОВЕДНИКА РАН**

Выпуск 2(18)

2021

УДК 06 (477.75)

Главный редактор: Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук
Заместитель главного редактора: В. И. Мальцев, канд. биол. наук
Технические редакторы: Т. Ю. Горбунова, канд. геогр. наук, О. А. Миронюк

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

П. Н. Баранов, д-р геол.-минерал. наук,
д-р геол. наук
М. М. Бескаравайный, канд. биол. наук
В. А. Боков, д-р геогр. наук
Ю. И. Будашкин, канд. биол. наук
Б. А. Вахрушев, д-р геогр. наук
Ю. В. Глибин
Н. А. Давидович, д-р биол. наук
А. В. Ена, д-р биол. наук
Е. И. Ергина, д-р геогр. наук
С. П. Иванов, д-р биол. наук
В. В. Майко, д-р. ист. наук
В. А. Миноранский, д-р с.-х. наук
Е. Л. Неврова, д-р биол. наук

Э. Б. Петрова, д-р ист. наук
Ю. В. Плугатарь, чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук
Е. А. Позаченюк, д-р геогр. наук
М. А. Поляков, канд. биол. наук
В. В. Рожнов, академик РАН, д-р биол. наук
А. А. Родионов, канд. ист. наук
И. И. Руднева, д-р биол. наук
Ю. А. Силкин, канд. биол. наук
Т. Н. Смекалова, д-р ист. наук
А. А. Солдатов, д-р биол. наук
А. В. Фатерыга, канд. биол. наук
В. В. Фатерыга, канд. биол. наук
И. В. Флоринский, д-р техн. наук
А. Л. Чепалыга, д-р геогр. наук

Все материалы, подаваемые в «Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН», проходят двойное независимое анонимное рецензирование

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
ОГРН 1159204018478

Издатели

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
299011, г. Севастополь, пр-кт Нахимова, д. 2.

Адрес редакции

299011, г. Севастополь, пр-кт Нахимова, д. 2.
Телефон +7 (8692) 54-41-10
E-mail: karadag.trudy@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»
КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН

ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Научный журнал

Основан в мае 2016 г.

Периодическое издание

Выходит 4 раза в год

Выпуск 2(18)

2021

СОДЕРЖАНИЕ

Изучение биоразнообразия и экологический мониторинг

*Grintsov V. A. First finding of *Centraloecetes* cf. *Neapolitanus* (Schiecke, 1978) (Ischyroceridae, Amphipoda) in coastal zone of Sevastopol (Crimea, Black Sea) 3–11*

*Кузьмина Н. С., Зозуль А. Ю., Гребнев В. И., Васильева А. А., Цыгильк Е. И. Состояние биомониторного вида черноморской скорпены (*Scorpaena Porcus* Linnaeus, 1758) в прибрежных акваториях Севастополя 12–23*

Географические, геологические и палеонтологические исследования

Чубарова Н. Е., Жданова Е. Ю., Лапченко В. А., Знаменская Л. В. Оценка биологически активной эритемной УФ-радиации и УФ-ресурсов в Крыму 24–35

Панкеева Т. В., Миронова Н. В., Пархоменко А. В. Ландшафтные исследования памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Лукулл» 36–48

Исторические, археологические и искусствоведческие исследования

Степанчук Ю. В. Роль научно-исследовательских судов СССР в международных исследованиях Мирового океана (1950–1970 гг.) 49–63

Federal State Budget Scientific Institution
Federal Research Center
«A.O. KOVALEVSKY INSTITUTE OF BIOLOGY OF THE SOUTHERN SEAS OF RAS»
T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION –
NATURE RESERVE OF THE RAS

PROCEEDINGS OF T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION – NATURE RESERVE OF THE RAS

Scientific Journal

Established in May 2016

Periodical

Issued 4 times a year

Issue 2(18)
2021

CONTENT

Study of biodiversity and environmental monitoring

*Grintsov V. A. First finding of *Centraloecetes* cf. *Neapolitanus* (Schiecke, 1978) (Ischyroceridae, Amphipoda) in coastal zone of Sevastopol (Crimea, Black Sea) 3–11*

*Kuzminova N. S., Zozul A. Yu., Grebnev V. I., Vasilyeva A. A., Tsygilyk E. I. State of biomonitorial species, Black Sea scorpion fish (*Scorpaena Porcus* Linnaeus, 1758), in coastal area of Sevastopol 12–23*

Geographic, geological and paleontological studies

Chubarova N. Y., Zhdanova E. Y., Lapchenko V. A., Znamenskaya L. V. Estimation of biologically active erythemal UV radiation and UV resources in the Crimea 24–35

Pankeeva T. V., Mironova N. V., Parkhomenko A. V. Landscape researches natural monument «Costal marine protected areas at cape Lucull» 36–48

Historical, archaeological and art studies;

Stepanchuk Yu. V. The role of the soviet research vessels in international exploration of the World Ocean (1950-1970) 49–63

**ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

УДК 595.371(262.5.04)

**FIRST FINDING OF *CENTRALOECETES* CF. *NEAPOLITANUS* (SCHIECKE, 1978)
(ISCHYROCERIDAE, AMPHIPODA) IN COASTAL ZONE OF SEVASTOPOL
(CRIMEA, BLACK SEA)***

Grintsov V. A.

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: vgrintsov@gmail.com*

Specimens of genus *Centraloecetes* (Ischyroceridae, Amphipoda) were revealed in coastal zone of Sevastopol in 15.08.2018, from sand, from 16 m depth. Morphologically specimens clear to species *Centraloecetes neapolitanus* (Schiecke, 1978) and different from *Centraloecetes dellavallei* (Stebbing, 1899) finding earlier in Black Sea [Greze, 1985]. Detail analysis of morphology educed elements of body, earlier not describe for species of this genus. Presumably this species or invasive species, or not registered earlier. Further clarifications of taxonomy are required, as well as studies of the ecology and biology of this species. Since many individuals have been found (>100 spec.), it is possible that they be found in the protected waters of the Crimea.

Keywords: Amphipoda, *Centraloecetes*, morphology, Black Sea.

Introduction

Species list of Amphipoda in the Black Sea all time increase, despite good knowledge. In this time in the Black Sea registered 111 species of this order Amphipoda [Revkov, 2003]. Species list of Amphipoda replenished in 2011 y. with 11 new species and 2 genera [Grintsov, Sezgin, 2011]. Genus *Centraloecetes* in the Black Sea represent of 1 species — *Centraloecetes dellavallei* (Stebbing, 1899) [Greze, 1977, 1985; Grintsov, Sezgin, 2011]. In World Ocean genus *Centraloecetes* represent of 6 species: *Centraloecetes bulborostrum* De-la-Osso-Carretoro & Marti, 2014; *Centraloecetes dellavallei* (Stebbing, 1899); *Centraloecetes kroyeranus* (Spence Bate, 1857); *Centraloecetes neapolitanus* (Schiecke, 1978); *Centraloecetes pallidus* (G.O. Sars, 1883); *Centraloecetes striatus* (Myers & McGrath, 1979). In this work reveal specimens morphologically different from all species of genus, but more close to species *C. neapolitanus*. Before specimens with these morphological parameters were not known in the Black Sea. In this work is reported about first finding specimens of *C. cf. neapolitanus* in coastal water of north of the Black Sea, giving circumstantial morphological description and discussed elements of morphology earlier not descript for species of this genus.

Material and methods

Specimens with sand were taken by a diver from 16 m depth near to Sevastopol (Crimea, the Black Sea) in 15.08.2018. Specimens were separate from sand and fixed 96% ethanol. In this work were analyzed 50 adult specimens with used stereomicroscope MBS-9, and microscope Micmed-5. A standard ocular-micrometer for stereomicroscope MBS-9 was used for measurement. Photos of elements of morphology were making with use SEM Hitachi SU 3500. Elements of morphology male and female were described with use adult specimens. Photos were making on some of adult males and females additionally.

*The work has been prepared within the state assignment Federal Research Center A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, state registration number AAAA-A18-118021350003-6.

Results

Taxonomy, morphology and ecology:

Species *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* belong to:

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Class Malacostraca

Order Amphipoda

Suborder Senticaudata

Family Ischyroceridae

Tribe Siphonoecetini

Genus *Centraloecetes*

Species *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*

Description of morphology.

Male. Length of body — 3.2 mm. Body without teeth or spines on pereon, pleon and urosome. Coxae not overlapping. Antennae I; length — 1.6 mm, peduncle longer than flagellum, second article of peduncle is longest, flagellum with 5 articles with long, but not numerous setae. Antennae II; length — 2.3 mm, peduncle longer than flagellum, fourth article of peduncle is longest, flagellum with 3 articles, second article with 1 spine, third article with 2 spines. Rostrum longer than eye lobes.

Mouthpart. Upper lip with incise in middle part of distally. Right mandible; palp 1-articulate with plumose setae, incisor with 5 teeth, lacinia mobilis with 1 big tooth and many small teeth distally, molar of triturative. Left mandible; palp 1-articulate with plumose setae, incisor with 5 teeth, lacinia mobilis with 4 similarity teeth, molar of triturative. Lower lip with outer and inner lobes, distally with numerous tiny setae. Maxilla I; inner plate vestigial without setae or spines, outer plate well develop with 6 spines, palp 2-articulate, second article is bigger with spines and setae distally. Maxilla 2; inner plate smaller than outer plate, both plates with plumose setae by inner side and distally. Maxilliped; outer plates reaching apex of palp article 2 with plumose setae and spines distally, inner plates reaching half of outer plates length with plumose setae on inner site and distally, palp 4-articulate, third article smaller than 1 and 2 article with plumose setae, 4 article claw-chaped.

Gnathopods. Gnathopod I; coxa slightly produced forward with setae distally, basipodit slightly expanded distally with setae, merus and ischium near to size with setae, carpus and propodus near to size and longer than merus and ischium with setae, carpus with big spine disto-ventrally, palm of propodus with 2 spines, not carpochele, dactylus with small teeth by inner side and equal to length of palm. Gnathopod II; coxa with setae distally, basipodit slightly expanded distally with setae, ischium small with setae, merus longer than ischium with setae, carpus near triangular with setae disto-ventrally, palm of propodus with 1 spines, carpochele, 2 spines additionally near to palm, dactylus with small teeth by inner side and slightly longer than palm.

Pereopodes. Pereopodes III and IV similar; basipodit expanded, anterior site expanded with setae, posterior site near to rectilinear; ischium small near to quadrangular; merus expanded with cavity distally; carpus small, rounded; propodus narrow distally with setae; dactylus longer than propodus and carpus together. Pereopodes V and VI similar, but pereopodes VI bigger by size; basipodit expanded, posterior

site with setae; ischium small; merus in 3 time longer than ischium, expanded distally with small lobe near connect to carpus; carpus small, rounded with groups of tiny setae near to propodus; propodus longer than carpus; dactylus small with additional tooth by outer site. Pereopodes VII; basipodit expanded but narrow distally with long plumose setae anteriorly and posteriorly; ischium small, rectangular; merus longer than ischium near to rectangular with setae; carpus equal by length to merus, slightly incurved with setae; propodus longer than carpus slightly incurved with setae; dactylus small with additional tooth by outer site.

Epimers. Epimers rounded distally, increase from I to III; Epimers I and II with plumose setae; epimers III with seta posteroventrally and seta posteriorly.

Urosome. Uropods I: peduncle much longer than rami with spines by outer site, with 1 spine by inner site distally, conical groups of big microtriches on 1/3 length of distally site and group of small microtriches on 2/3 length of distally site; outer ramus longer than inner ramus with spines by outer site and distally and small group of microtriches distally and outer site; inner ramus expanded, lobe-shaped, with spines distally and small group of microtriches by inner site. Uropods II smaller than uropods I; peduncle much longer than rami with conical groups of microtriches distally; outer ramus longer than inner ramus with spines distally, 1 spine on outer site and groups of microtriches distally; inner ramus expanded, with 2 spines distally, 1 spine on inner site and groups of microtriches distally. Uropods III smaller than uropods I and II; peduncle short and expanded, with 3 long plumose setae and 1 spine distally, and 1 spine on inner site; ramus one, small, with 3 long plumose setae and 1 spine distally. Telson near hexagonal with some setae medially and laterally and groups of small serrate distally.

Female very close by morphology with male. Gnathopods II smaller than by male concerning length of body size. Morphology of adult males and females additionally present on fig. 1–5.

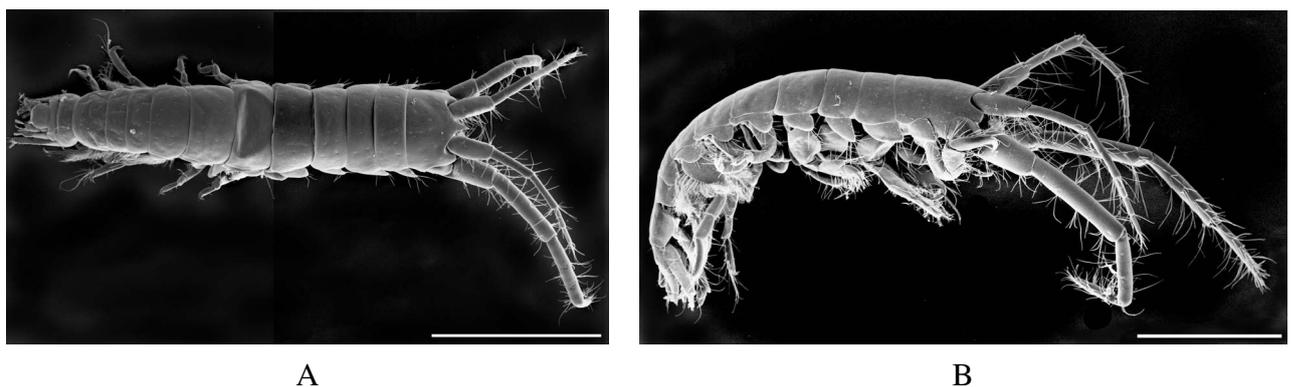
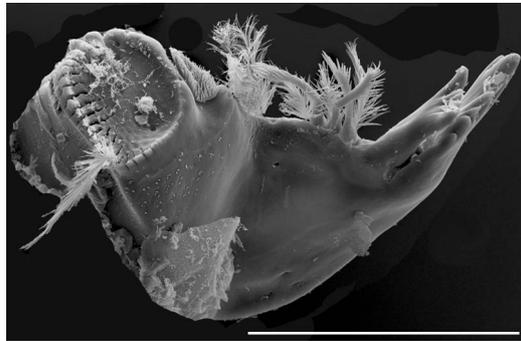


Fig. 1. Habitus *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, male. A — specimen 1, dorsal view (damage — the fifth segment is mechanically pressed down), B — specimen 2, lateral view. Scale — 1 mm.

Рис. 1. Внешний вид самца *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. А — особь 1, вид со спины (повреждение — пятый сегмент вдавлен внутрь), В — особь 2, вид сбоку. Шкала — 1 мм.



A



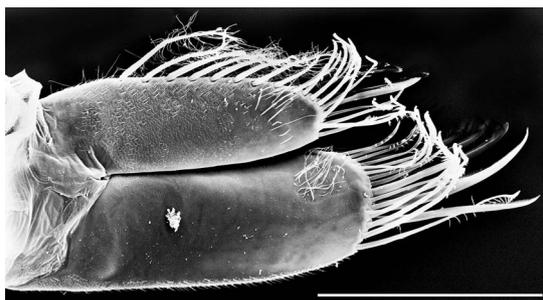
B



C



D



E



F

Fig. 2. Mouthparts of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, male, specimen 3. A — right mandible, B — left mandible with palp, C — lower lip, D — maxilla I, E — maxilla II, F — maxilliped. Scale — 0.1 mm.

Рис. 2. Ротовые органы самца *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, особь 3. А — правая мандибула, В — левая мандибула с пальпом, С — нижняя губа, D — максилла I, E — максилла II, F — максиллипед. Шкала — 0.1 мм.

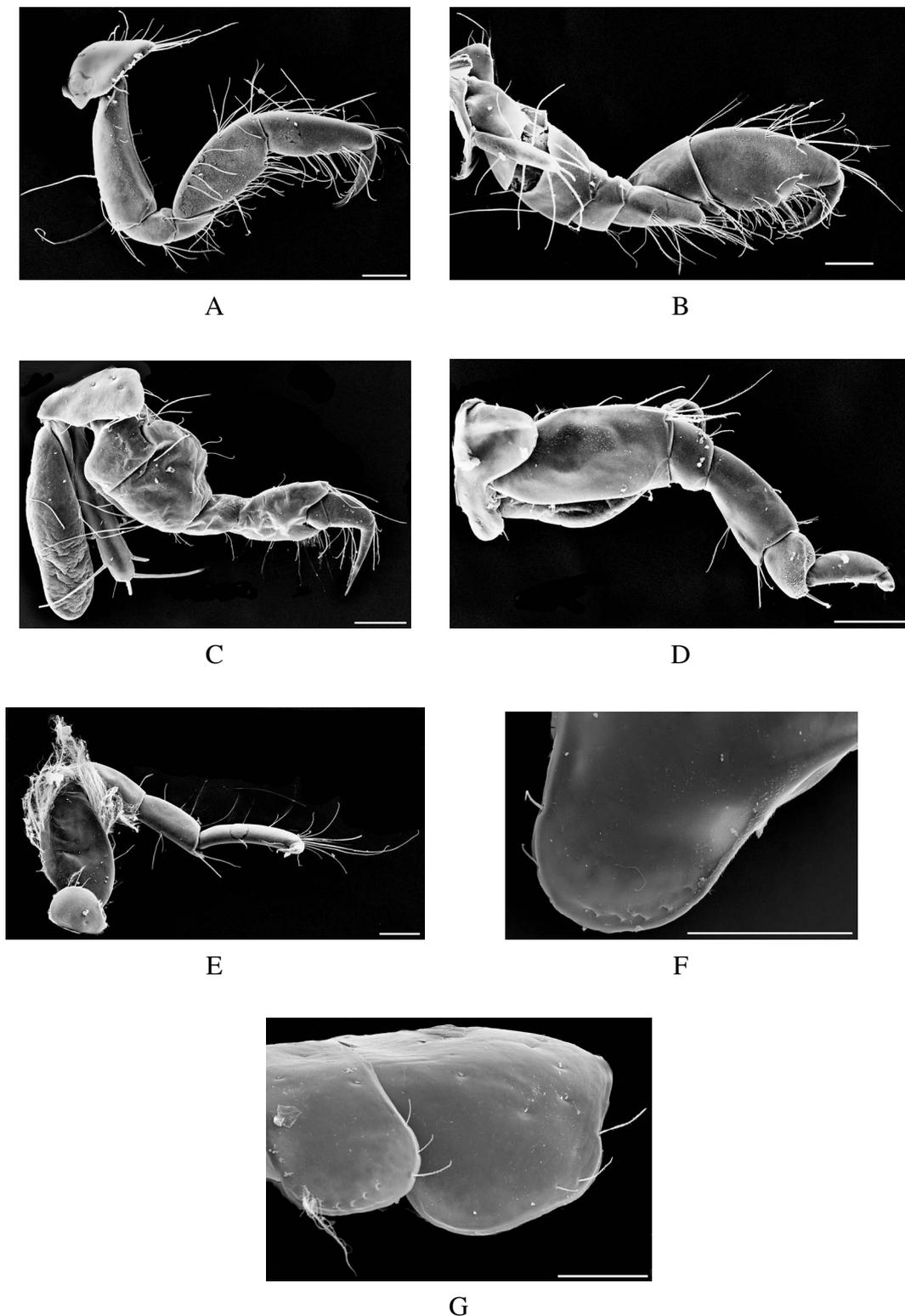


Fig. 3. Gnathopods, pereopodes and epimers of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, female. A — gnathopod I, B — gnathopod II, C — pereopod IV, D — pereopod VI, E — pereopod VII, F — epimer I, G — epimers II (left) and III (right, biggest). Scale — 0.1 mm. Notice. On epimeral plate II save one plumose seta, five setae are lost.

Рис. 3. Гнатоподы, переоподы и эпимеры самки *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. А — гнатопод I, В — гнатопод II, С — переопод IV, D — переопод VI, E — переопод VII, F — эпимеральная пластинка I, G — эпимеральная пластинка II (слева) и III (справа, наибольшая). Шкала — 0.1 мм. Замечание. На эпимеральной пластинке II сохранилась одна перистая щетинка, пять щетинок потеряны.

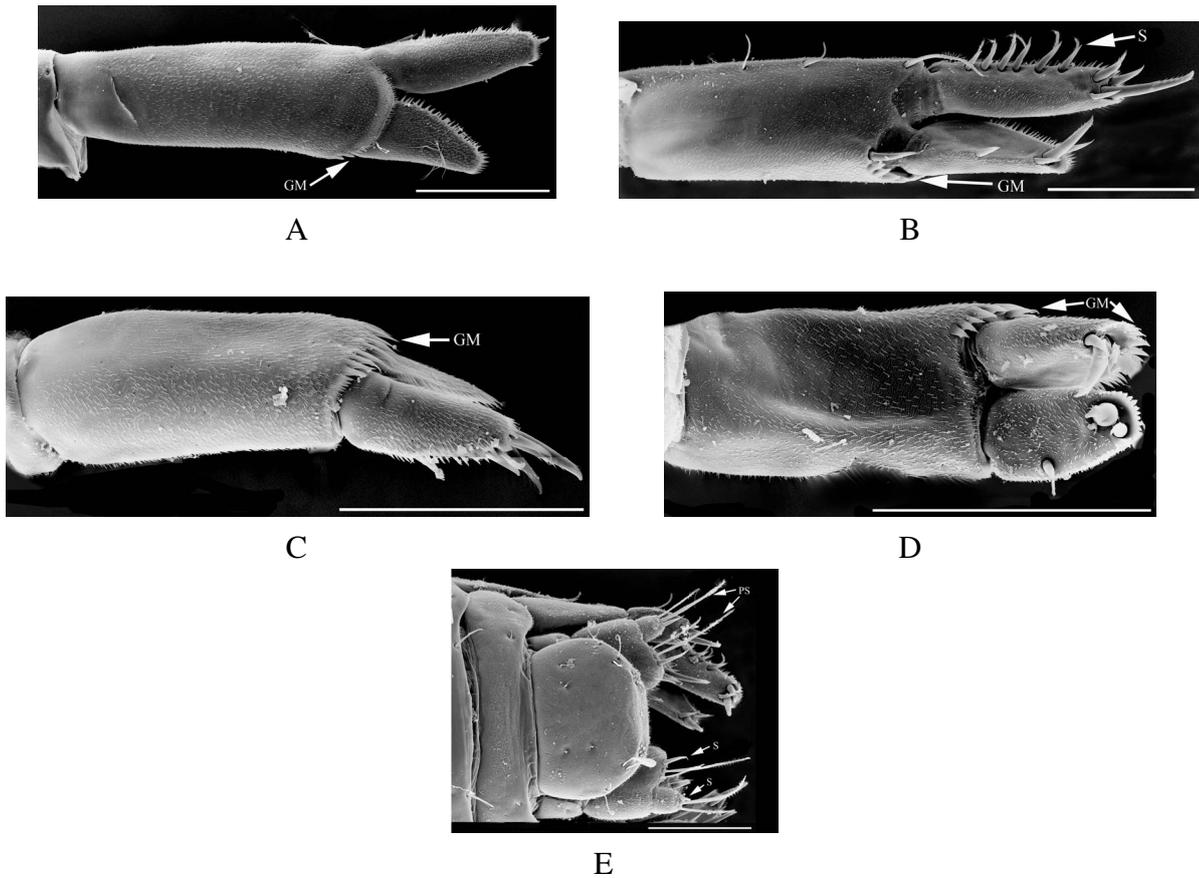


Fig. 4. Uropods and telson of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, female. A — uropod I, ventral view, B — uropod I, dorsal view, C — uropod II, lateral view, D — uropod II, dorsal view, E — uropods III and telson, dorsal view. Scale — 0.1 mm. Designations: GM — groups of microtriches, S — spine, PS — plumose setae on peduncle and ramus of uropod III.

Рис. 4. Уроподы и тельсон самки *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. А — уропод I, вид с брюшной стороны; В — уропод I, вид со спинной стороны; С — уропод II, вид сбоку; D — уропод II, вид со спинной стороны; E — уроподы III и тельсон, вид со спинной стороны. Шкала — 0.1 мм. Обозначения: GM — группы микротрих, S — шип, PS — перистые щетинки на стебельке и ветвях уропода III.

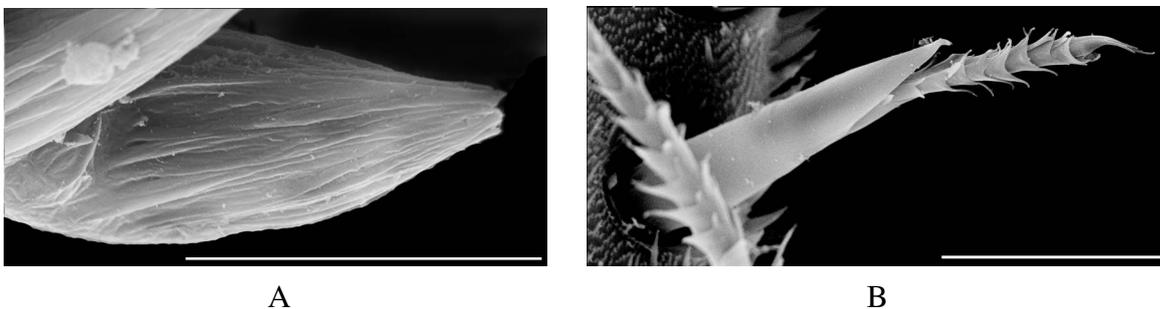


Fig. 5. New morphological elements of uropods I and II of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, female. A — groups of fused microtriches of conical form, B — spine with complexity seta. Scale — 0.01 mm.

Рис. 5. Новые морфологические элементы уропод I и II самки *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. А — группа микротрих, соединённых в форме конуса, В — шип со сложной щетинкой. Шкала — 0.01 мм.

New elements of morphology for genus *Centraloecetes*. Early in description of species morphology of genus *Centraloecetes* use term “teeth” to elements on distal site of uropod 1 peduncle [Greze, 1977; Greze, 1985; De-La-Osso-Carretero, Marti, 2014; Myers, 1982; Myers, McGrath, 1979]. But by investigation of these elements with used SEM to see what really it other constructions. Morphology of these constructions is more complexity. They consist of microtriches [term. see Richards, 1951] which fused in conical form («GM» — fig. 4A, 4B, 4C, 4D, 5A). These microtriches look like as other microtriches of uropods I and II surface, but microtriches on surface form small of groups in flat-shaped. Morphological elements on outer site of outer ramus of uropod I, which early named as “teeth” («S» — fig. 4B, 4E) on photos SEM (fig. 5B) has more complexity structure. On spine have complexity seta in the form of nested segments. These complexity setae not were documented earlier in descriptions of species morphology of *Centraloecetes* genus.

Ecology. Specimens *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* were founded in sand with detritus, on 16 m depth together with other species: *Ampelisca diadema* (Costa, 1853), *Nototropis massiliensis* (Bellan-Santini, 1975), *Periculodes longimanus* (Spence Bate & Westwood, 1868), *Synchelidium maculatum* Stebbing, 1906.

Discussion. In stereomicroscope specimens of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* closed to *C. neapolitanus* by follow parameters: uropod I with comb-toothed distal margin; rostrum longer than eye lobes; uropod III peduncle with 2–3 pectinate setae and spine; uropod III ramus with 2–3 pectinate setae and spine. From specimens of *C. neapolitanus* this species different specific combination size of «teeth» (in SEM «teeth» by structure are groups of fused microtriches) — bigger «teeth» dispose on 1/3 length of distal margin («GM» — fig. 4A, 4B), smaller «teeth» dispose on 2/3 length of distal margin. Distal margin of uropod I of *C. neapolitanus* with teeth the same size on all length [Myers, 1982, p. 206, fig. 140, «UI»]. Uropod II *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*, inner ramus more than 3/4 length of outer ramus (uropod II *C. neapolitanus* less than 2/3 length of outer).

From *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* specimens of *C. dellavallei* different follow parameters [Myers, 1982]: uropod I distal margin smooth, uropod II peduncle with minutely fimbriate disto-ventral margin, uropod III peduncle with 5 strong distal setae, uropod III ramus with 6–8 strong distal setae. Specimens of *C. pallidus* are different from *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* by eyes missing. Specimens of *C. kroyeranus* are different from *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* by follow parameters: uropod I distal margin of peduncle without teeth [Myers, McGrath, 1979, p. 215, fig. 2–7, 2a–7a], uropod III peduncle with 5 long setae, uropod 3 ramus with 4–6 of long distal setae. Specimens of *C. striatus* are different from *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* by follow parameters: uropod I distal margin of peduncle without teeth [Myers, McGrath, 1979, p. 219, fig. 12–16, 12a–16a], uropod III, uropod 3 ramus with 4–5 long distal setae. Specimens of *C. bulboprostrum* are different from *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* by presence of bulbous subrostral projection.

Analysis of ultra-structure «teeth» from distal margin of uropods I and other articles of uropods revealed, what “teeth” in really are fused microtriches of conical form (fig. 5A). Unfortunately in descriptions of other species of *Centraloecetes* genus missing analysis ultra-structure teeth, and not possible make comparison other species with *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. The same goes for comparison of *Centraloecetes* cf. *neapolitanus* with other species by complex seta on spines of margin outer ramus of uropod I (fig. 5B). But, presence fused microtriches of conical form and complex setae, not give basis for claiming uniqueness *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. Maybe by analysis on SEM ultra-structure these elements for other species of this genus will have of similar structure.

Conclusion

Thus, specimens founding in coastal zone near Sevastopol (Crimea, Black Sea) in sand, belong to genus *Centraloecetes* (Ischyroceridae, Amphipoda). In result investigations taxonomical status of this species is *Centraloecetes* cf. *neapolitanus*. In morphology of this species found elements not describe in earlier articles with descriptions species of this genus.

Acknowledgment

Author is thankful to S. V. Shchurov for collect of sample.

References

1. *De-La-Osso-Carretero J. A., Marti A.* A new species of *Siphonoecetes* Krøyer, 1845 *Siphonoecetes* (*Centraloecetes*) *bulborostrum* sp. nov. (Crustacea, Amphipoda, Ischyroceridae) from the western Mediterranean, coast of Iberian Peninsula // *Zootaxa*. – 2014. – Vol. 3765, no. 1. – P. 69–76. – <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3765.1.4>
2. *Greze I. I.* Амфиподы Черного моря и их биология. – Киев : Naukova dumka, 1977. – 154 p. [in Rus.].
3. *Greze I. I.* Fauna Ukrainy. In 40 vol. Vol. 26. Vysshie rakoobraznye. Iss. 5. Bokoplavy. – Kiev : Naukova dumka, 1985. – 172 p. [in Rus.].
4. *Grintsov V., Sezgin M.* Manual for identification of Amphipoda from the Black Sea. – Sevastopol : DigitPrint, 2011. – 151 p.
5. *Myers A.* Genus *Siphonoecetes* Krøyer, 1845 // *The Amphipoda of the Mediterranean* / D. Bellan-Santini [et al.] ; ed. S. Ruffo. – [Monaco : Musee océanographique], 1982. – P. 204–208. – (Memoires de l'Institut Oceanographique ; no. 13).
6. *Myers A., McGrath D.* The British and Irish species of *Siphonoecetes* Krøyer, 1845 (Amphipoda-Gammaridea) // *Journal of Natural History*. – 1979. – Vol. 13, iss. 2. – P. 211–220. – <https://doi.org/10.1080/00222937900770151>
7. *Revkov N. K.* Taxonomic composition of the bottom fauna of the Crimean coast of the sea // *Modern condition of biological diversity in near-shore zone of Crimea (the Black Sea sector)* / Eds: V. N. Eremeev, A. V. Gaevskaya. – Sevastopol : EKOSI – Gidrofizika, 2003. – P. 209–218. [in Rus.].
8. *Richards A. G.* *The Integument of Arthropods. The Chemical Components and Their Properties, the Anatomy and Development, and the Permeability.* – Minneapolis : University of Minnesota Press, 1951. – 411 p.

ПЕРВАЯ НАХОДКА *CENTRALOECETES* CF. *NEAPOLITANUS* (SCHIECKE, 1978) (ISCHYROCERIDAE, AMPHIPODA) В ПРИБРЕЖЬЕ СЕВАСТОПОЛЯ (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Гринцов В. А.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь,
Российская Федерация,
e-mail: vgrintsov@gmail.com

В районе внешнего рейда Севастопольской бухты 15.08.2018 обнаружены особи из рода *Centraloecetes* (Ischyroceridae, Amphipoda), морфологически близкие к виду *Centraloecetes neapolitanus* (Schiecke, 1978). Материал собран из песка, поднятого водолазом с глубины 16 м. Особи, найденные в данном местообитании, отличаются по ряду морфологических признаков от известного в Чёрном море вида *Centraloecetes dellavallei* (Stebbing, 1899). Подробный анализ морфологии с использованием электронного микроскопа выявил признаки, не известные для рода по другим видам. Предположительно вид является либо вселенцем, либо не учтённым ранее. В связи с этим важно отслеживание распространения данного вида с целью прогноза последствий для прибрежных экосистем. Поскольку найдено множество особей данного вида (более 100), возможно их нахождение в заповедных акваториях крымского побережья.

Ключевые слова: Amphipoda, *Centraloecetes*, морфология, Чёрное море.

Сведения об авторе

Гринцов Владимир Андреевич	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», vgrintsov@gmail.com
----------------------------------	---

Поступила в редакцию 02.03.2021 г.
Принята к публикации 05.04.2021 г.

УДК [597.556.31-11:574.632](262.5)

СОСТОЯНИЕ БИОМОНИТОРНОГО ВИДА ЧЕРНОМОРСКОЙ СКОРПЕНЫ (*SCORPAENA PORCUS* LINNAEUS, 1758) В ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЯХ СЕВАСТОПОЛЯ*

Кузьмина Н. С.^{1,2}, Зозуль А. Ю.², Гребнев В. И.³, Васильева А. А.³, Цыгылык Е. И.³

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь,
Российская Федерация,

²ГБОУ ДО «Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодёжи»,
г. Севастополь, Российская Федерация,

³Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: kunast@rambler.ru

В работе представлены данные по размерно-массовым, морфофизиологическим характеристикам черноморского ерша из пяти бухт г. Севастополя в период 2017–2019 гг. Установлено, что молодые экземпляры крупнее в бухтах Карантинной (TL $13,5 \pm 0,19$ см) и Севастопольской (TL $14,2 \pm 0,23$ см), а особи среднего возрастного класса — в Балаклавской (TL $15,9 \pm 0,35$ см), Круглой (TL $16,9 \pm 2,45$ см) и Стрелецкой (TL $16,06 \pm 0,5$ см). В ответ на больший уровень комплексного загрязнения Стрелецкой бухты у самцов разного возраста индекс печени (ИП) повышен. Такой же адаптивный эффект — индекс жабр имеет максимальные значения — отмечен для особей из бухт Круглая и Стрелецкая. У самок скорпены из Балаклавской бухты в возрасте от трёх до восьми лет увеличен ИП, это является следствием более калорийного рациона (преобладание рыб), что подтверждается как анализом пищевого спектра ерша, так и величинами некоторых биохимических параметров жирового обмена (уровень холестерина, β -липопротеидов и липазы). Итак, в 2017–2019 гг. ёрш находился в более благоприятном физиологическом состоянии в бухтах Балаклавской и Карантинной и в менее благоприятном — в акватории бухты Стрелецкой.

Ключевые слова: морской ёрш, бухты Севастополя, загрязнение.

Введение

Параметры различного уровня представителей донной ихтиофауны, в том числе черноморской, являются наиболее информативными при характеристике условий обитания рыб [Овен, Руднева, Шевченко, 2000]. Ранее были описаны отклики черноморской скорпены, бычка-кругляка и трёхусого налима на различные уровни загрязнения севавтопольских бухт в период исследований, проведённых с 1998 г. по настоящее время [Овен, Руднева, Шевченко, 2000; Руднева, 2000; Экотоксикологические..., 2016].

В связи с тем что в последнее десятилетие по ряду ихтиологических параметров, а также по другим показателям среды и гидробионтов можно констатировать некоторое улучшение состояния прибрежных акваторий Севастополя или даже отдельных участков больших бухт [Вдодович, 2008; Климова, 2010; Котельянец и др., 2019; Ревков, 2011; Санитарно-биологические исследования..., 2018; Экотоксикологические..., 2016], работы по биоиндикации с использованием рыб продолжают оставаться актуальными.

Целью настоящих исследований является определение и анализ биологических параметров черноморского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758, отловленного в пяти бухтах г. Севастополя.

*Работа выполнена в рамках госзадания № 075-00744-21-00 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем».

Материалы и методы

Оценку состояния черноморской скорпены проводили на особях, отловленных в бухтах г. Севастополя: Карантинной, Круглой, Большой Севастопольской (орудия лова использовали только в бухтах Александровской и Матюшенко, входящих в её состав), Балаклавской, Стрелецкой (рис. 1). В течение 2017–2019 гг. биоанализ рыб включал определение размеров, массы, пола особей по методам, описанным ранее [Правдин, 1966]. В качестве морфофизиологических параметров рассчитывали индекс печени (ИП) и индекс жабр (ИЖ) согласно методу [Шварц, Смирнов, Добринский, 1968] в пересчёте на массу тушки. Возраст рыб определяли по отолитам при 16-тикратном увеличении на микроскопе «Микромед МС-1 вар. 1В».

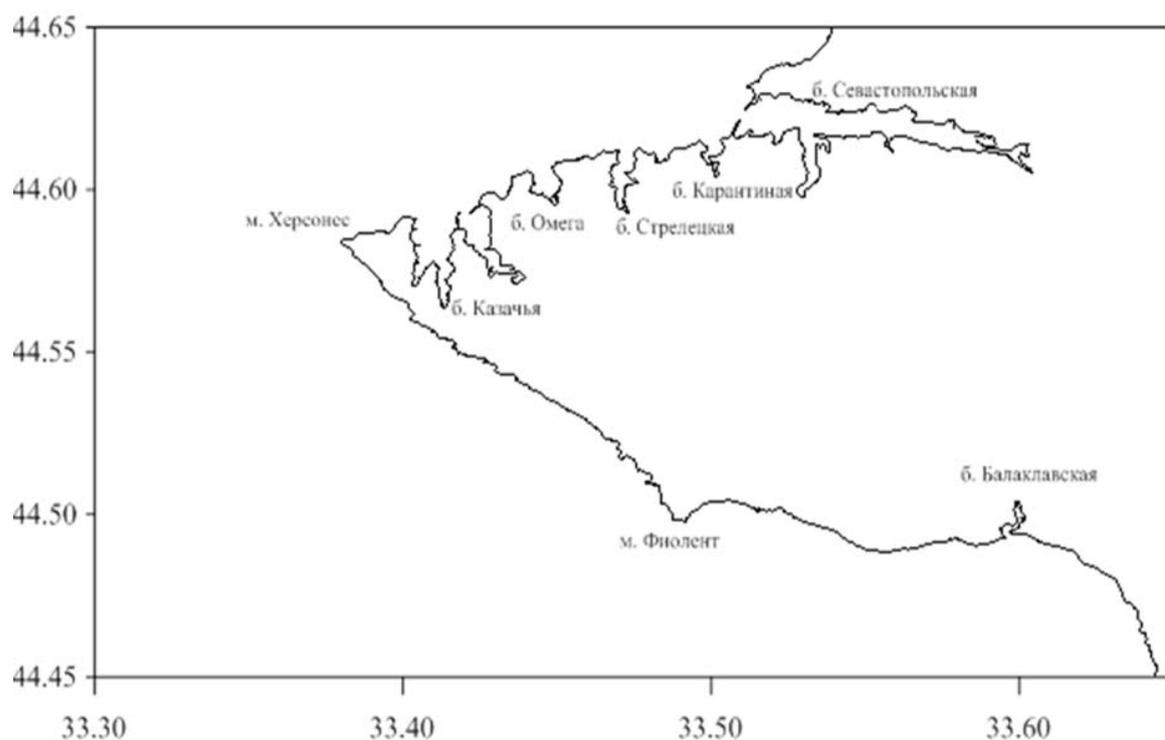


Рис. 1. Районы отлова рыб в прибрежной акватории г. Севастополя

В работе были использованы ранее (2015 г.) проведённые биохимические исследования печени для объяснения полученных результатов биологического и морфофизиологического анализов скорпены. Концентрацию общего холестерина определяли с помощью стандартного набора реактивов ООО «Ольвекс Диагностикум», концентрацию β -липопротеидов — согласно методам [Цитофізіологія..., 2006], активность липазы — с помощью модифицированного метода [Кучеренко, Васильев, 1985; Методические указания..., 2011]. Концентрацию холестерина и липазы пересчитывали на 1 г белка. Концентрацию общего белка определяли в гомогенате печени с помощью стандартного набора реактивов фирмы «Филисит».

Результаты всех измерений обрабатывали статистически с помощью стандартной программы Microsoft Excel. Сравнительный анализ популяционных, морфофизиологических и биохимических показателей особей из разных акваторий осуществляли с помощью t-критерия Стьюдента, а также критерия Манна — Уитни в зависимости от объёма выборки [Пример расчета t-критерия Стьюдента...; Пример расчета критерия U Манна — Уитни].

Результаты и обсуждение

Установлено, что для возрастной группы два — три года наибольшие показатели размера и массы скорпены отмечены в бухтах Карантинной и Севастопольской (табл. 1). В возрасте четырёх — пяти лет как самки, так и самцы были крупнее в Балаклавской, Круглой и Стрелецкой бухтах.

Ранее сходные различия по размеру и массе рыб из бухты Балаклавской и удалённого от неё участка прибрежной акватории (от бухты Карантинной до начала Севастопольской) были отмечены и для ставриды [Кузьминова, Мурзин, Самотой, 2018]: в первой акватории ставрида имеет более высокие величины размера, массы, высоты тела, а также гонадосоматического индекса, упитанности и др.

Таблица 1

Размерно-массовые характеристики черноморской скорпены из разных бухт г. Севастополя в 2017–2019 гг.

Возраст, год	пол	бухты				
		Балаклавская	Круглая	Стрелецкая	Карантинная	Севастопольская
общая длина (TL, см)						
2–3	♀	11,5 ± 0,68	–	11,7 ± 0,67	13,5 ± 0,19	14,2 ± 0,23
	♂	12,6 ± 0,99	13,1 ± 0,57	11,3 ± 0,5*	13,1 ± 0,26	13,4 ± 0,29*
4–5	♀	15,9 ± 0,35	16,9 ± 2,45	16,06 ± 0,5	15,3 ± 0,33	15,1 ± 0,18
	♂	15,8 ± 0,8	14,2 ± 0,5	13,6 ± 0,4	14,3 ± 0,29	13,7 ± 0,16
стандартная длина (SL, см)						
2–3	♀	9,0 ± 0,6	–	9,4 ± 0,65	10,6 ± 0,15	11,2 ± 0,19
	♂	9,9 ± 0,79	10,3 ± 0,49	8,8 ± 0,4	10,3 ± 0,22	10,5 ± 0,23
4–5	♀	12,7 ± 0,29	13,5 ± 1,08	12,5 ± 0,41	12,0 ± 0,27	11,9 ± 0,15
	♂	11,7 ± 0,54	11,2 ± 0,42	10,6 ± 0,33	11,3 ± 0,24	10,7 ± 0,13
масса, г						
2–3	♀	30,7 ± 8,43	–	43,2 ± 8,81	49,2 ± 2,57	57,3 ± 3,1
	♂	45,4 ± 16,4	39,9 ± 5,14	32,3 ± 4,65	44,8 ± 2,9	48,5 ± 3,99
4–5	♀	87,05 ± 7,1	99,2 ± 25,5	95,6 ± 9,79	77,4 ± 6,43	72,5 ± 2,7
	♂	68,4 ± 9,07	53,18 ± 8,76	56,0 ± 5,31	54,04 ± 3,34	49,6 ± 1,83

Показано, что у самок скорпены почти всех возрастных групп индекс жабр достигает максимальных значений у особей из бухт Круглой и Стрелецкой (рис. 2). У самцов этот параметр не имеет зависимости от возраста, а также акваторий отлова. Достоверных отличий между величинами ИЖ одновозрастных экземпляров из разных бухт не установлено.

В предыдущие годы (2017–2018 гг.) на основании анализа индекса жабр были выявлены как наиболее загрязнённые бухты Севастопольская и Стрелецкая, в которых индекс и объём жабр скорпены были незначительно выше, чем в других акваториях [Кузьминова, Зозуль, 2019]. Вместе с тем, как было отмечено ранее, достоверных отличий в ИЖ морского ерша из разных бухт мы не обнаружили, что, вероятно, свидетельствует о сходстве экологических условий обитания. Литературные данные о состоянии разных представителей ихтиофауны: полосатой крупночешуйной кефали *Liza macrolepis* (Smith, 1846), сома ариус *Arius gogora* (Hamilton, 1822), мохарры *Gerres oyena* (Forsskål, 1775) и красноухого летрина *Lethrinus lentjan* (Lacépède, 1802) — демонстрируют факт того, что в загрязнённых водоемах данный индекс достоверно выше, чем в чистых акваториях [Аль-Бурай, 2013; Романова, Спирина, 2010; Спирина, 2011; Шайдуллина, 2009].

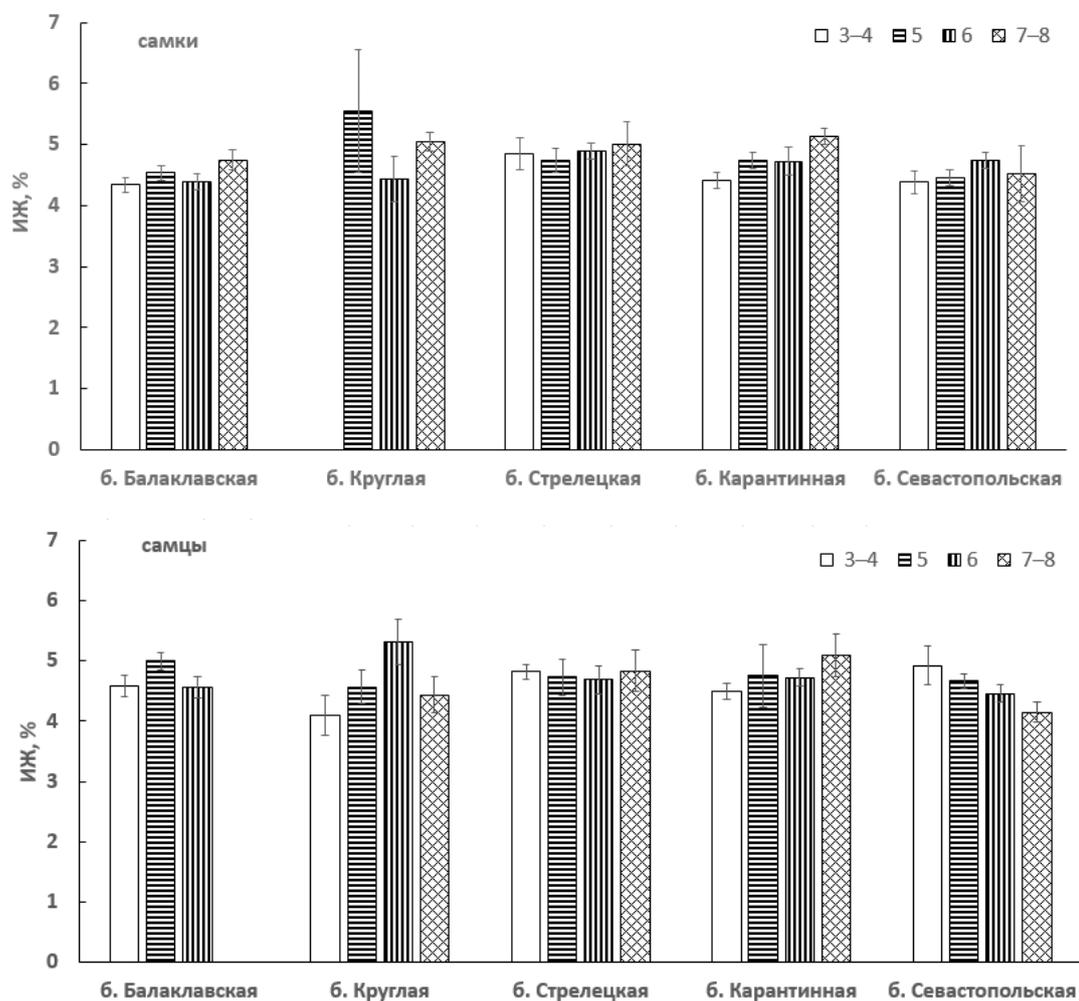


Рис. 2. Индекс жабр черноморской скорпены из бухт г. Севастополя в 2017–2019 гг.

Индекс печени имеет наивысшие значения у самок в возрасте трёх — шести лет в бухтах Балаклавской и Стрелецкой. У самок в возрасте семи — восьми лет этот индекс выше у представителей из бухт Севастопольской и Балаклавской (рис. 3). У самцов разного возраста ИП имеет максимальные величины у рыб из бухты Стрелецкой. Достоверными при этом оказались отличия в ИП самок возрастом пяти и семи — восьми лет из бухт Круглой и Балаклавской, трёх — четырёх и шести лет — из бухт Севастопольской и Балаклавской и семи — восьми лет — для рыб из бухт Севастопольской и Круглой, Карантинной и Стрелецкой, а также Карантинной и Севастопольской. ИП самок в возрасте трёх — четырёх лет из бухт Карантинной и Стрелецкой достоверно ниже такового у самок из бухты Балаклавской. У самцов в возрасте шести лет из акватории Карантинной бухты величина ИП достоверно отличается от аналогичного показателя у самцов того же возраста из акваторий бухт Севастопольской и Стрелецкой.

Тот факт, что масса печени морского ерша увеличивается при влиянии на него комплексного загрязнения, подтверждается известными данными об аналогичном эффекте и у других представителей ихтиофауны, в том числе черноморских видов рыб [Герман и др., 2002; Кузьминова и др., 2016; Силкин и др., 2019; Al-Ghais, 2013]. Следует при этом отметить, что такая реакция — повышение величины ИП — является адаптивной и возможна лишь при умеренном уровне загрязнения акваторий [Аль-Бурай, 2013; Authman, 2011].

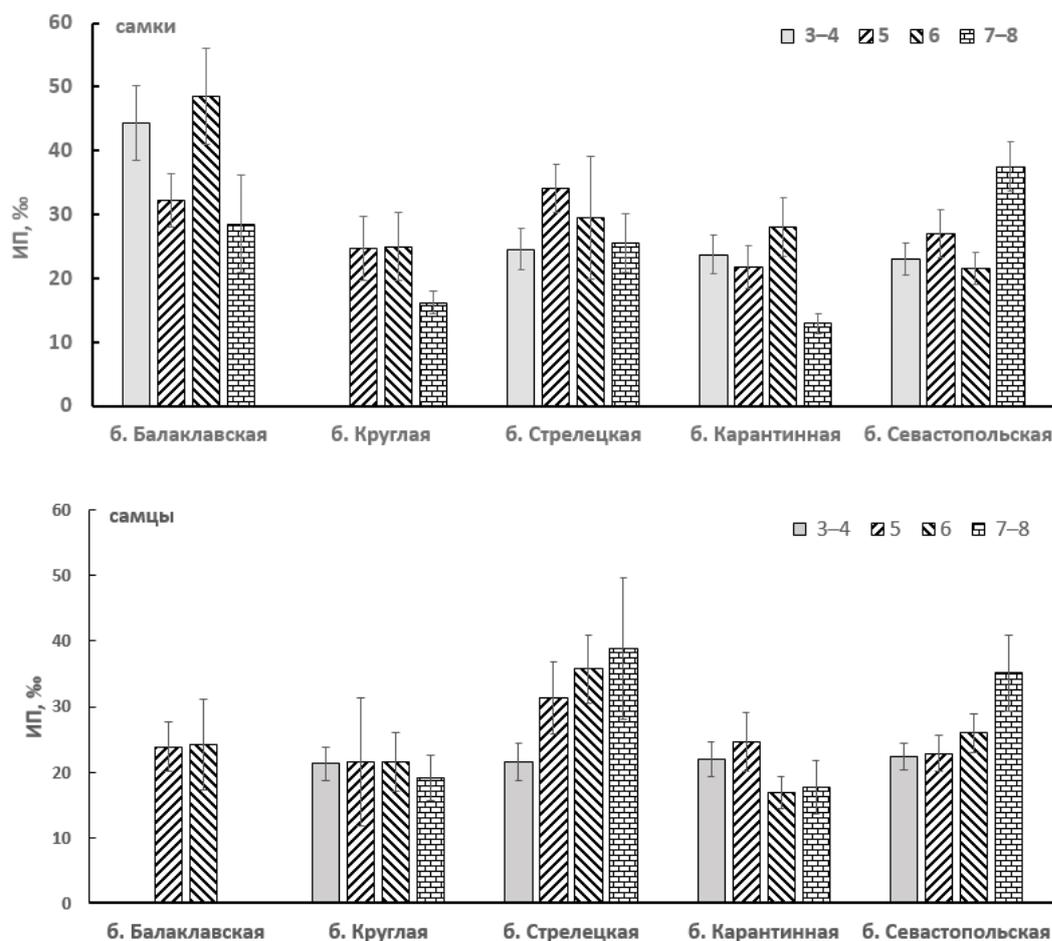


Рис. 3. Индекс печени черноморской скорпены из бухт г. Севастополя в 2017–2019 гг.

Несмотря на сходство величин популяционных и морфофизиологических параметров, на основании наших данных можно сделать вывод, что ёрш из Стрелецкой и Севастопольской бухт находится в худшем функциональном состоянии. Это выражается в повышенных величинах ИП и более низких величинах размера и массы у особей средней возрастной группы. Взрослые экземпляры скорпены из бухты Балаклавской имеют более высокие значения размера и массы рыб, а также печени, что, скорее всего, указывает на благоприятные кормовые условия в этой акватории.

Это согласуется с данными о том, что концентрация нефтяных углеводородов в донных осадках Севастопольской и Стрелецкой бухт достаточно высокая, результатом чего стало накопление данного загрязнителя в населяющих донные отложения бентосных двустворчатых моллюсках [Миронов и др., 2018]. Интересно, что литературные данные о загрязнении Балаклавской бухты свидетельствуют о том, что видовое разнообразие биоты не отличается насыщенностью, а виды макрозообентоса, присутствующие в этой акватории, устойчивы к загрязнению и дефициту кислорода; уровень органического вещества и нефтяных углеводородов в донных отложениях высокий, как и содержание Fe (II) в поровых водах бухты, что было сопоставимо с его концентрацией в наиболее нагруженных акваториях Севастопольской и Стрелецкой бухт [Орехова, Овсяный, Тихонова, 2019; Тихонова, Котельянец, Гуров, 2019]. Несмотря на тенденцию восстановления акватории по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия, Балаклавская бухта всё ещё относится к зоне экологического риска. Однако пятнистость

распределения зообентоса, специфические, благоприятствующие самоочищению гидродинамические процессы и близость расположения донного ставника к открытой части бухты, возможно, играют не последнюю роль в формировании условий обитания скорпены. На наш взгляд, именно кормовая база является ключевым фактором, определяющим указанные отличия в популяционных параметрах рыб. Так как основными объектами питания черноморского ерша являются ставрида и султанка [Кузьмина, Чеснокова, Архипова, 2017], регулярно заходящие в Балаклавскую бухту, то количественно-видовой состав зообентоса, а также экологическое состояние акватории являются для скорпены второстепенными факторами.

Это подтверждается нашей предыдущей работой: в то время как в Севастопольской бухте основная доля рациона скорпены приходилась на рыб, декапод и амфипод, в Стрелецкой и Балаклавской — исключительно на рыб и, по причине большей калорийности таких пищевых объектов, это отразилось на величинах упитанности, индекса печени [Тимофеев и др., 2020]. И в настоящее время, как видно на рис. 4, эта тенденция сохраняется.

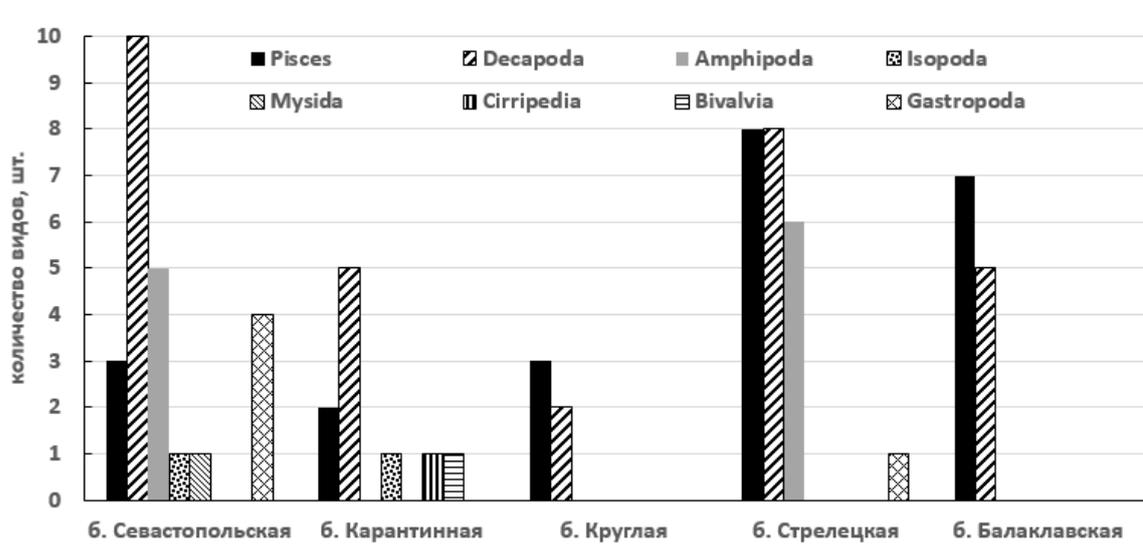


Рис. 4. Количество видов разных групп пищевых объектов черноморской скорпены из бухт г. Севастополя в 2017–2019 гг.

В пользу данного предположения можно представить наши данные биохимического анализа печени ерша, проведённые ранее для рыб из нескольких акваторий, отличающихся экологическими условиями.

На основании предварительных расчётов было установлено, что концентрация холестерина, β -липопротеидов и активность липазы в печени не зависели от возраста и пола скорпены. Этот факт согласуется с другими исследованиями: в крови тилапии *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) уровень холестерина и липидов в печени не связаны с возрастом/размером особей [Miliou, Papoutsoglou, 1997], а активность липазы в печени, кишечнике, пилорических придатках и желудке, красных мышцах роху *Labeo rohita* (Hamilton, 1822), индийской скумбрии *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816), кефали *Liza subviridis* (Valenciennes, 1836), жирной индийской сардины *Sardinella longiceps* (Valenciennes, 1847) также не имела достоверных отличий между группами рыб разного размера / массы [Nayak et al., 2003]. Установлено, что все изученные биохимические параметры в бухте Балаклавской были максимальными (табл. 2). Достоверные отличия уровня холестерина получены для рыб из бухт Карантинной и Балаклавской, а также Карантинной и Севастопольской, а концентрации липазы — у особей из бухт Севастопольской и Балаклавской.

Таблица 2

**Биохимические параметры печени черноморской скорпены,
обитающей в разных бухтах (в пересчёте на г белка)**

Параметр	район (бухта)		
	Севастопольская	Карантинная	Балаклавская
холестерин, ммоль/л	0,04 ± 0,0005	0,023 ± 0,003*	0,042 ± 0,006
β-липопротеиды, опт. ед.	0,301 ± 0,045	0,569 ± 0,241	0,748 ± 0,385
липаза, мл NaOH/г белка/ч	0,156 ± 0,04	0,429 ± 0,234	1,609 ± 0,51

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверно различающиеся значения,

* — достоверные различия с параметрами рыб из б. Балаклавской

Известно, что исследованные биохимические маркеры отражают физиологическое состояние рыб, характеризуя метаболизм жирных кислот в их организме [Akhavan et al., 2016; Elham A. Wasset, Olfat M. Wahbi, Shaymaa H. Shalaby, 2011]. Имеются сведения, что влияние As, Hg, Ni, Zn, Cd, Cu, Co, Cr может неоднозначно изменять активность пищеварительных ферментов, в частности липазы, у пресноводных рыб в связи с разным временем воздействия токсикантов и их концентраций [Al-Attar, 2007; Al-Ghanem, 2011; Firat, Kargin, 2010; Sarita, Jain, 2009; Sornaraj, Thanalashmi, Baskaran, 1995; Tang et al., 2013]. Аналогичный эффект экспозиции был установлен и при воздействии хлорорганического пестицида паррисульфана и инсектицида лямбда-цигалотрина на уровень липазы в мышцах и печени сомика полосатого *Mystus vittatus* (Bloch, 1794) и змеоголова пятнистого *Channa punctatus* (Bloch, 1793) [Sornaraj et al., 2007; Saxena, Sirohi, 2007]. Бедный пищевой рацион, как, впрочем, и загрязнение (в случае если это долговременные факторы), как известно, вызывают снижение уровня глюкозы в плазме крови, холестерина, белка и триглицеридов, а также концентрации белка, гликогена в печени и белых мышцах рыб [Bani, Vayghan, 2011; Pérez-Jiménez et al., 2012; Shreni, 1979; Zutshi, Prasad, Nagaraja, 2010]. В бухтах Матюшенко и Александровской (Большая Севастопольская бухта), по-видимому, это и стало причиной более низких значений холестерина, липопротеинов низкой плотности и активности липазы в печени ерша (табл. 2). Следует указать, что в экспериментальных условиях, при кратковременных токсических нагрузках на рыб, другие исследователи наблюдали противоположный эффект [Hamed, Osman, 2017]. Для бухты Балаклавской повышенные величины изученных биохимических маркеров объясняются отличным от других акваторий рационом скорпены [Papoutsoglou, Papaparaskeva-Papoutsoglou, 1979].

Выводы

1. Наибольшие величины размера и массы имеют молодые экземпляры морского ерша из бухт Карантинной и Севастопольской, а особи среднего возрастного класса — из бухт Балаклавской, Круглой и Стрелецкой.

2. Увеличение индекса печени скорпены из бухт Стрелецкой и Балаклавской имеет разные причины: в первом случае это результат адаптивного процесса в ответ на высокий уровень загрязнения бухт, что подтверждается и наибольшими величинами индекса жабр, а во втором — результат преобладания в пищевом рационе *Scorpaena porcus* рыб по сравнению с другими акваториями, что согласуется с биохимическими данными жирового обмена.

Благодарности. Авторы выражают благодарность коллегам, проводившим исследования видового состава пищевого спектра скорпены, а также давшим ценные рекомендации при написании статьи, — научному сотруднику, кандидату биологических наук Тимофееву В. А. и младшему научному сотруднику отдела экологии бентоса Бондаренко Л. В.

Список литературы

1. Аль-Бурай А. М. Морфофизиологические реакции рыб Красного моря как индикаторы экологического состояния среды : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. – Астрахань, 2013. – 24 с.
2. Вдодович И. В. Питание личинок черноморских бычков в прибрежной акватории Севастополя в летний период по материалам 2003–2009 гг. // Экология моря / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей. – Севастополь, 2008. – Вып. 76. – С. 40–44.
3. Герман А. В., Чуйко Г. М., Флеров Б. А., Тиллитт Д., Зайчек Д. Морфометрические и физиолого-биохимические показатели рыб как биоиндикаторы загрязнения водоёмов // Современные проблемы водной токсикологии : всерос. конф. с участием специалистов ближ. и дал. зарубежья, 19–21 нояб. 2002 г. : тез. докл. / Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН [и др.]. – Борок : [б. и.], 2002. – С. 21–32.
4. Климова Т. Н. Ихтиопланктон в прибрежной акватории Юго-Западного Крыма в 2002–2008 гг. // Морской экологический журнал. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 39–52.
5. Котельянец Е. А., Гуров К. И., Тихонова Е. А., Кондратьев С. И. Загрязняющие вещества в донных отложениях Балаклавской бухты (Чёрное море) // Морской гидрофизический журнал. – 2019. – Т. 35, № 5. – С. 469–480. – <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2019-5-469-480>
6. Кузьминова Н. С., Зозуль А. Ю. Морфофизиологический анализ жабр черноморских рыб для диагностики состояния прибрежной ихтиофауны // Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды : междунар. науч.-техн. конф. (Алушта, 3–7 июня 2019 г.) : сб. докл. / М-во образования и науки РФ [и др.] ; ред. кол.: Н. В. Беседина. – Белгород : Белгород. гос. технол. ун-т им. В. Г. Шухова, 2019. – Ч. 1. – С. 46–53.
7. Кузьминова Н. С., Мурзин Ю. Л., Самотой Ю. В. Популяционные, морфофизиологические и морфометрические отличия черноморской ставриды из прибрежной зоны Севастополя и Балаклавы // Учёные записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4 (70), № 4. – С. 97–107.
8. Кузьминова Н. С., Овен Л. С., Салехова Л. П., Шевченко Н. Ф., Самотой Ю. В. Долговременные изменения популяционных и морфофизиологических параметров некоторых видов черноморских рыб из прибрежной зоны Севастополя и Крыма // Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / Ин-т мор. биол. исслед. им. А. О. Ковалевского РАН, Рос. фонд фундам. исслед. ; отв. ред. И. И. Руднева. – Москва : Геос, 2016. – Гл. 2. – С. 31–124.
9. Кузьминова Н. С., Чеснокова И. И., Архипова С. В. Современные сведения о питании и пищеварении черноморской скорпены (*Scorpaena porcus* L.) // Экосистемы. – 2017. – Вып. 10 (40). – С. 52–63.
10. Кучеренко Н. Е., Васильев А. Н. Липиды. – Киев : Вища шк., 1985. – 247 с.
11. Методические указания к лабораторно-практическим работам по дисциплине «химия пищевая» (часть 2) и к лабораторно-практическим работам по дисциплине «физико-химические и статистические методы оценки качества пищевых продуктов» для студентов, обучающихся по специальности 110305.65 «технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар : КГАУ, 2011. – 38 с.
12. Миронов О. Г., Миронов О. А., Муравьёва И. П., Тихонова Е. А., Осадчая Т. С., Волков Н. Г. Нефтяные углеводороды в гидробионтах // Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий Юго-Западного Крыма в начале XXI века / Ин-т мор. биол. исслед. им. А. О. Ковалевского РАН ; отв. ред.: О. Г. Миронов, С. В. Алёмов. – Симферополь : Ариал, 2018. – [Гл.] 2. – С. 22–49.

13. Овен Л. С., Руднева И. И., Шевченко Н. Ф. Ответные реакции морского ерша *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) на антропогенное воздействие // Вопросы ихтиологии. – 2000. – Т. 40, № 1. – С. 75–78.
14. Орехова Н. А., Овсяный Е. И., Тихонова Е. А. Органическое вещество и окислительно-восстановительные условия в донных отложениях Балаклавской бухты // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 3. – С. 49–64.
15. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
16. Пример расчета критерия U Манна — Уитни // Математическая статистика для психологов : [сайт]. – [20??]. – URL: <https://statpsy.ru/mana-uitni/primer-mana-uitni/> (дата обращения: 05.04.2021).
17. Пример расчета t-критерия Стьюдента для независимых выборок // Математическая статистика для психологов : [сайт]. – [20??]. – URL: <https://statpsy.ru/t-student/primer-t-test-ind/> (дата обращения: 05.04.2021).
18. Ревков Н. К. Макрозообентос украинского шельфа Чёрного моря // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского ; ред.: В. Н. Еремеев [и др.]. – Севастополь : ЭКОСИ — Гидрофизика, 2011. – [Парагр.] 5.1. – С. 140–162.
19. Романова Е. М., Спирина Е. В. Морфофизиологические адаптации *Carassius auratus gibelio* Bloch. в биоиндикации состояния пресноводных экосистем // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2 (12). – С. 31–36.
20. Руднева И. И. Ответные реакции морских животных на антропогенное загрязнение Чёрного моря : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.29. – Севастополь, 2000. – 329 с.
21. Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий Юго-Западного Крыма в начале XXI века / Ин-т мор. биол. исслед. им. А. О. Ковалевского РАН ; отв. ред.: О. Г. Миронов, С. В. Алёмов. – Симферополь : Ариал, 2018. – 270 с.
22. Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н., Петрова Т. Н., Черняева В. Н. Морфофизиологические характеристики черноморского саргана (*Belone belone euxini* Günter, 1866) в посленерестовом периоде у берегов Юго-Восточного Крыма // Экосистемы. – 2019. – Вып. 17 (47). – С. 77–86.
23. Спирина Е. В. Морфофизиологический гомеостаз *Carassius auratus gibelio* Bloch // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 1. – С. 57–62.
24. Тимофеев В. А., Кузьмина Н. С., Бондаренко Л. В., Куликов Г. В. Современные сведения о пищевом спектре черноморской скорпены *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2020. – № 1 (212). – С. 2–12. – [https://doi.org/10.31140/j.vestnikib.2020.1\(212\).1](https://doi.org/10.31140/j.vestnikib.2020.1(212).1)
25. Тихонова Е. А., Котельянец Е. А., Гузов К. И. Содержание органических веществ и тяжёлых металлов в донных отложениях Балаклавской бухты (Чёрное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2019. – № 3. – С. 82–89. – <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2019-3-82-89>
26. Цитофізіологія і біохімія травлення : практикум : навч. посіб. / Т. В. Берегова [та ін.] ; за ред. Л. І. Остапенко, В. К. Рибальченка. – Київ : Київ. ун-т, 2006. – 271 с.
27. Шайдуллина Ж. М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10. – Астрахань, 2009. – 24 с.

28. Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск : [б. и.], 1968. – 387 с. – (Труды Института экологии растений и животных ; вып. 58).
29. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя : монография / Завьялов А. В. [и др.] ; Ин-т мор. биол. исслед. им. А. О. Ковалевского РАН ; Рос. фонд фундам. исслед. – Москва : Геос, 2016. – 358 с.
30. Akhavan S. R., Salati A. P., Falahatkar B., Jalali S. A. H. Changes of vitellogenin and lipase in captive sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* females during previtellogenesis to early atresia // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2016. – Vol. 42, iss. 3. – P. 967–978. – <https://doi.org/10.1007/s10695-015-0189-8>
31. Al-Attar A. M. The influences of Nickel exposure on selected physiological parameters and gill structure in the teleost fish, *Oreochromis niloticus* // *Journal of Biological Sciences*. – 2007. – Vol. 7, iss. 1. – P. 77–85.
32. Al-Ghais S. M. Acetylcholinesterase, glutathione and hepatosomatic index as potential biomarkers of sewage pollution and depuration in fish // *Marine Pollution Bulletin*. – 2013. – Vol. 74, iss. 1. – P. 183–186.
33. Al-Ghanem Kh. A. Effect of cobalt-supplemented diets on bioaccumulation, digestive enzyme activities and growth of *Cyprinus carpio* // *Toxicological and Environmental Chemistry*. – 2011. – Vol. 93, iss. 5. – P. 985–995. – <https://doi.org/10.1080/02772248.2011.568088>
34. Authman M. M. N. Environmental and experimental studies of aluminium toxicity on the liver of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fish // *Life Science Journal*. – 2011. – Vol. 8, no. 4. – P. 764–776. – <https://doi.org/10.7537/marslsj080411.100>
35. Bani A., Vayghan A. H. Temporal variations in haematological and biochemical indices of the Caspian kutum, *Rutilus frisii kutum* // *Ichthyological Research*. – 2011. – Vol. 58, iss. 2. – P. 126–133. – <https://doi.org/10.1007/s10228-010-0199-6>
36. Elham A. Wasset, Olfat M. Wahbi, Shaymaa H. Shalaby. Effects of dietary vegetable oils on liver and gonad fatty acid metabolism and gonad maturation in gilthead seabream (*Sparus aurata*) males and females // *Aquaculture International*. – 2011. – Vol. 20, iss. 2. – P. 255–281. – <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9454-8>
37. Firat Ö., Kargin F. Biochemical alterations induced by Zn and Cd individually or in combination in the serum of *Oreochromis niloticus* // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2010. – Vol. 36, iss. 3. – P. 647–653. – <https://doi.org/10.1007/s10695-009-9337-3>
38. Hamed H. S., Osman A. G. M. Modulatory effect of lycopene against carbofuran toxicity in African catfish, *Clarias gariepinus* // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2017. – Vol. 43, iss. 6. – P. 1721–1731. – <https://doi.org/10.1007/s10695-017-0404-x>
39. Miliou H., Papoutsoglou S. E. Blue tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner) carcass composition and haematology in relation to the female parent size under recirculated water conditions // *Aquaculture Research*. – 1997. – Vol. 28, iss. 8. – P. 629–634. – <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1997.00905.x>
40. Nayak J., Nair P. G. V., Ammu K., Mathew S. Lipase activity in different tissues of four species of fish: rohu (*Labeo rohita* Hamilton), oil sardine (*Sardinella longiceps* Linnaeus), mullet (*Liza subviridis* Valenciennes) and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagaruta* Cuvier) // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2003. – Vol. 83, iss. 11. – P. 1139–1142. – <https://doi.org/10.1002/jsfa.1515>
41. Papoutsoglou S. E., Papaparaskeva-Papoutsoglou E. G. Further observations on haematological and liver characteristics of farmed rainbow trout (*Salmo gairdneri*, R.) // *Thalassographica*. – 1979. – Vol. 3, no. 1. – P. 21–34.

42. Pérez-Jiménez A., Cardenete G., Hidalgo M. C., García-Alcázar A., Abellán E., Morales A. E. Metabolic adjustments of *Dentex dentex* to prolonged starvation and refeeding // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2012. – Vol. 38, iss. 4. – P. 1145–1157. – <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9600-2>
43. Sarita, Jain K. L. Chronic effects of heavy metals on the activity of some digestive and metabolic enzymes in *Cyprinus carpio* // *Annals of Biology*. – 2009. – Vol. 25, iss. 1. – P. 63–67.
44. Saxena K. K., Sirohi V. Effect of λ -cyhalothrin on the activities of trypsin and lipase in fresh water fish *Channa punctatus* // *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. – 2007. – Vol. 2, iss. 2. – P. 168–172. – <https://doi.org/10.3923/jfas.2007.168.172>
45. Shreni K. D. Influence of starvation on the brain and liver cholesterol levels of the cat-fish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) // *Proceedings: Animal Science*. – 1979. – Vol. 88, iss. 3. – P. 205–208. – <https://doi.org/10.1007/BF03179095>
46. Sornaraj R., Singh A., Pushparaj A., Jaisheeba A. A. Alterations in lipid metabolism in the fish *mystus vittatus* exposed to organochlorine and organophosphate pesticides // *Journal of Ecotoxicology & Environmental Monitoring*. – 2007. – Vol. 17, iss. 6. – P. 557–563.
47. Sornaraj R., Thanalashmi S., Baskaran P. Influence of heavy metals on biochemical responses of the freshwater air-breathing fish *Channa punctatus* (Bloch) // *Journal of Ecotoxicology & Environmental Monitoring*. – 1995. – Vol. 5, iss. 1. – P. 19–27.
48. Tang Q. Q., Feng L., Jiang W. D., Liu Y., Jiang J., Li S. H., Kuang S. Y., Tang L., Zhou X. Q. Effects of dietary copper on growth, digestive, and brush border enzyme activities and antioxidant defense of hepatopancreas and intestine for young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) // *Biological Trace Element Research*. – 2013. – Vol. 155, iss. 3. – P. 370–380. – <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9785-6>
49. Zutshi B., Prasad S. G. R., Nagaraja R. Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2010. – Vol. 168, iss. 1. – P. 11–19. – <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1087-2>

STATE OF BIOMONITORIAL SPECIES, BLACK SEA SCORPION FISH (*SCORPAENA PORCUS* LINNAEUS, 1758), IN COASTAL AREA OF SEVASTOPOL

Kuzminova N. S.^{1,2}, Zozul A. Yu.², Grebnev V. I.³, Vasilyeva A. A.³, Tsygylk E. I.³

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

²Sevastopol Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol, Russian Federation,

³Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation,

e-mail: kunast@rambler.ru

The paper presents data on the size-mass, morphophysiological characteristics of the Black Sea scorpion fish *Scorpaena porcus* from five bays of Sevastopol in the period 2017–2019. It was found that young specimens are larger in the bays of Karantinnaya (TL 13.5±0.19 cm) and Sevastopolskaya (TL 14.2±0.23 cm), and individuals of the middle age class — in Balaklavskaya (TL 15.9±0.35 cm), Kruglaya (TL 16.9±2.45 cm) and Streletskaya (TL 16.06±0.5 cm). In response to the higher level of complex pollution of Streletskaya bay, males of different ages had an increased hepato-somatic index (HSI). The same adaptive effect — the gill index has maximum values — was observed for individuals from Kruglaya and Streletskaya bays. HSI of females from 3 to 8 years old is increased for scorpion fish from Balaklavskaya bay, but in this case it is a result of a higher-calorie diet (predominance of fish), which is confirmed both by the analysis of the food spectrum of the *Scorpaena porcus* and by the values of some biochemical parameters of fat metabolism (levels of cholesterol, β -lipoproteine and lipase activity). So, in 2017–2019 the scorpion fish was in a more favorable physiological state in the Balaklavskaya and Karantinnaya bays, and to a lesser extent — in the water area of the Streletskaya bay.

Keywords: scorpion fish, bays of Sevastopol, pollution.

Сведения об авторах

Кузьминова Наталья Станиславовна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», kunast@rambler.ru
Зозуль Алена Юрьевна	ученица, Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи
Гребнев Владислав Игоревич	студент 2-го курса, Севастопольский государственный университет
Васильева Анна Анатольевна	студентка 4-го курса, Севастопольский государственный университет
Цыгылык Елена Игоревна	студентка 4-го курса, Севастопольский государственный университет

*Поступила в редакцию 17.10.2020 г.
Принята к публикации 31.03.2021 г.*

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.521.31(292.471)

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ЭРИТЕМНОЙ УФ-РАДИАЦИИ
И УФ-РЕСУРСОВ В КРЫМУ*

Чубарова Н. Е.¹, Жданова Е. Ю.¹, Лапченко В. А.², Знаменская Л. В.²

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,

²Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал ФГБУН
ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», пгт Курортное, г. Феодосия,
Российская Федерация,

e-mail: ozon.karadag@gmail.com, znamenskayalv@mail.ru

Изучена временная динамика биологически активной эритемной УФ-радиации (Q_{ery}) и факторов, её определяющих, в 2018–2019 гг. на территории Государственного природного заповедника «Карадагский» (КНС — ПЗ РАН — филиал ФИЦ ИнБЮМ) в Крыму. Суточные суммы Q_{ery} изменялись более чем в 10 раз, от 67,6 Джм⁻² до 5856 Джм⁻², и в целом соответствовали сезонному ходу высоты Солнца, однако за счёт плотной облачности поступление УФ-радиации могло ослабляться более чем в 5 раз, влияя на её биологическое воздействие. На основании данных измерений Q_{ery} оценены УФ-ресурсы в разные месяцы года. В холодный период (ноябрь — январь), когда степень открытости кожи человека (S) составляет 0,1 и высота Солнца низкая, наблюдаются условия УФ-недостаточности, когда невозможно формирование витамина D уже для второго типа кожи. Наиболее благоприятные условия для проведения гелиотерапии при таких величинах S наблюдаются в марте и октябре для второго типа кожи, а для четвёртого типа — в апреле и сентябре. При увеличении доли открытости тела за счёт рук, лица и шеи ($S = 0,3$) формирование витамина D возможно в течение всего года для второго типа кожи. В декабре и январе повторяемость таких условий составляет 10–30 %. В тёплый период года в Крыму, в утренние или вечерние часы, практически всегда есть условия для формирования дозы Q_{ery} , необходимой для синтеза витамина D. Летом для четвёртого типа кожи наблюдаются условия УФ-оптимума или УФ-избыточности первой степени.

Ключевые слова: эритемная УФ-радиация, УФ-ресурсы, Крым, Карадаг.

Введение

Ультрафиолетовая радиация (УФР) оказывает значительное воздействие на здоровье человека. Большие дозы УФР вызывают ожоги кожи, приводят к её преждевременному старению, развитию онкологических заболеваний. В то же время небольшие дозы УФР очень полезны и способствуют образованию витамина D, который препятствует развитию многих болезней: остеопороза, рахита, рассеянного склероза, а также некоторых форм онкологических болезней [Environmental effects..., 2015].

Для оценки уровня УФР в Крыму в течение 2018–2019 гг. проводились регулярные измерения биологически активной эритемной УФ-радиации на станции фонового экологического мониторинга (СФЭМ) Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского — природного заповедника РАН — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения

* Научный сотрудник Лапченко В. А. выполнил работу в рамках государственного задания, тема «Изучение особенностей структуры и динамики сухопутных экосистем в различных климатических зонах», №АААА-А19-119012490044-3. Работа была частично поддержана грантом Русского географического общества «Крымская комплексная экспедиция» (договор № 20/2018-И).

науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН» (КНС — ПЗ РАН — филиал ФИЦ ИнБЮМ). Чтобы оценить комплексное воздействие УФР на здоровье человека, использована методика, позволяющая оценивать УФ-ресурсы [Chubarova, Zhdanova, 2013; Чубарова, Жданова, 2012]. Доступность и простота в использовании разработанного метода, который заключается в выделении трёх основных классов УФ-ресурсов — УФ-недостаточности, УФ-оптимума и УФ-избыточности разных категорий, позволяет широко его использовать для оповещения населения об уровне УФ-излучения. Выделение класса УФ-недостаточности особенно важно для территории России, большая часть которой находится в высоких широтах с низким уровнем УФ-радиации.

За счёт своего южного положения территория Крыма может характеризоваться более продолжительным периодом времени в холодный период года с условиями УФ-оптимума (образуется витамин D) в отличие от большей части территории России, где в это время наблюдаются условия УФ-недостаточности.

Цель этого исследования заключается в выявлении общих закономерностей в динамике УФ-радиации в разные сезоны года и определении УФ-ресурсов по данным мониторинга биологически активной эритемной УФ-радиации в курортном регионе Юго-Восточного Крыма.

Материалы и методы

В 2018–2019 гг. мониторинг биологически активной эритемной УФ-радиации (Q_{ery}) проводился на станции фоновое экологического мониторинга (СФЭМ КНС — ПЗ РАН — филиала ФИЦ ИнБЮМ), расположенной на высоте 180 м над уровнем моря ($44^{\circ}55'$ с. ш., $35^{\circ}14'$ в. д.). Измерения биологически активной УФ-радиации осуществлялись в непрерывном режиме с минутным разрешением широкополосным УФ-радиометром UVB-1 YES. Используемый прибор до установки в Крыму был откалиброван относительно контрольного УФ-радиометра Метеорологической обсерватории МГУ, который, в свою очередь, был откалиброван по европейским стандартам летом 2017 г. В октябре 2018 г. была произведена повторная калибровка регистрирующего прибора в Москве. Для этого 30 сентября 2018 г. УФ-радиометр UVB-1 YES был снят с регистрации, и далее в Москве была проведена необходимая проверка стабильности его калибровки по стандарту Метеорологической обсерватории МГУ (МО МГУ). Результаты калибровки показали, что переводные множители регистрирующего прибора стабильны, относительные изменения переводного множителя при высоте Солнца 25 градусов составили около 6 %, которые были учтены при обработке данных измерений. После этого 5 ноября 2018 г. прибор был снова привезён и поставлен на регистрацию на СФЭМ.

На рис. 1 показана фотография СФЭМ, где осуществлялся УФ-мониторинг; на рис. 2 — прибор UVB-YES, с помощью которого проводились измерения.

На основании измерений UVB-YES оценивались величины эритемной УФ-радиации, и также рассчитывались значения УФ-индекса — широко используемого безразмерного параметра для характеристики биологически активного эритемного УФ-излучения. УФ-индекс используется для характеристики опасности УФ-излучения, поступающего к поверхности Земли, и рассчитывается нормированием величины эритемной радиации на $0,025 \text{ Вт/м}^2$ [Vanicek et al., 2000].

Данные измерений также использовались для оценки УФ-ресурсов по методике, представленной Чубаровой Н. Е. и Ждановой Е. Ю. [Chubarova, Zhdanova, 2013]. Рассмотрим основные положения, согласно которым выделялись различные категории УФ-ресурсов. Они заключаются в сравнении данных измерений с пороговыми значениями эритемной радиации, при которых возможно формирование витамина D для разных типов кожи или возникает опасность УФ-радиации для здоровья человека. Согласно классификации Фицпатрика [Fitzpatrick, 1988] выделяются шесть типов кожи, образование эритемы для которых требует разной минимальной эритемной

дозы (MED). На европейской территории России наиболее распространённым является тип кожи II (нордический или светлокожий европеец), поэтому основные расчёты сделаны именно для этого типа кожи. Дополнительно расчёты проводились и для типа кожи IV (среднеземноморский или южноевропейский). Второй тип кожи характеризуется меньшей пигментацией кожи по сравнению с четвёртым типом. При оценке дозы радиации, требующейся для образования витамина D, следует учитывать ещё и степень открытости тела человека. Ежедневный уровень витамина D, необходимый для человека, составляет, по последним данным, 1000 МЕ (международные единицы), который и принимался в этой работе в качестве базового. Исходя из этих пороговых значений, выделяются различные категории УФ-ресурсов (табл. 1). Условия полуденной УФ-недостаточности определяются как условия, при которых невозможно получить дозу УФ-радиации, необходимую для формирования витамина D, в течение часа около полудня. УФ-оптимум определяется условиями, когда в окологлобальное время в течение часа уже возможно получить дозу УФ-радиации для формирования витамина D, но величина радиации не превышает минимальной эритемной дозы, связанной с риском для кожи человека. Категория УФ-избыточности подразделяется на несколько подклассов в соответствии с международной классификацией УФ-индексов.

Таблица 1

Основные классы УФ-ресурсов и соответственные пороговые значения часовой дозы эритемной УФР для второго типа кожи [Chubarova, Zhdanova, 2013]

УФ-ресурсы	Пороговые значения
УФ-недостаточность	часовая сумма $Q_{\text{ery}} < 250 \text{ Дж/м}^2$
УФ-оптимум	$250 \text{ Дж/м}^2 \leq \text{ часовая сумма } Q_{\text{ery}} < 270 \text{ Дж/м}^2$
УФ-избыточность средней степени	$270 \text{ Дж/м}^2 \leq \text{ часовая сумма } Q_{\text{ery}} < 495 \text{ Дж/м}^2$
УФ-избыточность высокой степени	$495 \text{ Дж/м}^2 \leq \text{ часовая сумма } Q_{\text{ery}} < 675 \text{ Дж/м}^2$
УФ-избыточность очень высокой степени	часовая сумма $Q_{\text{ery}} \geq 675 \text{ Дж/м}^2$



Рис. 1. Станция фонового экологического мониторинга КНС — ПЗ РАН — филиала ФИЦ ИнБЮМ



Рис. 2. Прибор UVB-YES на калибровке в октябре 2018 г. на крыше МО МГУ

Результаты и обсуждение

Факторы, определяющие поступление ультрафиолетовой радиации на территории Крымского полуострова

Поступление УФР к поверхности Земли определяется следующими радиационными процессами в системе атмосфера — подстилающая поверхность: поглощением и рассеянием газами, рассеянием и поглощением аэрозолями, рассеянием облачностью и отражением от подстилающей поверхности. Основные факторы, влияющие на поступление УФР к поверхности Земли, можно разделить на астрономические и геофизические. К астрономическим факторам относятся: влияние изменения солнечной активности, высоты Солнца, изменение расстояния между Землёй и Солнцем, к геофизическим — газово-аэрозольный состав атмосферы (главным образом общее содержание озона, облачность), альbedo подстилающей поверхности, а также на приходящие дозы УФР влияют высота места над уровнем моря и орография местности.

Суточный и годовой ход УФР у поверхности Земли определяются высотой Солнца, от которой зависит длина пути солнечного света в атмосфере, а также продолжительностью светового дня. Высота Солнца может быть вычислена по формулам сферической астрономии:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \theta, \quad (1)$$

где h — высота Солнца, φ — географическая широта места, δ — склонение Солнца (изменяется от $-23,5^\circ$ 21 декабря до $+23,5^\circ$ 21 июня), θ — часовой угол Солнца, равный выраженному в градусах истинному солнечному времени, исчисляемому от полудня.

Ещё одним из астрономических факторов, влияющих на поступление УФР к поверхности Земли, является изменение расстояния между Землёй и Солнцем за счёт эллиптичности орбиты Земли. Вследствие этого приходящая солнечная радиация на верхней границе атмосферы изменяется в течение года на $\pm 3,5\%$.

Поглощение УФР в атмосфере, в наиболее биологически эффективной (УФ-В*) области спектра, определяется поглощением озоном. Озон является основным фактором, определяющим поступление УФР к поверхности Земли в безоблачной атмосфере. Связь спектральной плотности потока излучения в УФ-диапазоне спектра у поверхности Земли с общим содержанием озона имеет степенной характер и её изменение можно записать как:

$$\frac{dQ_\lambda}{Q_\lambda} = RAF(\lambda, h) \frac{dX}{X}, \quad (2)$$

где Q_λ — плотность потока излучения в УФ-диапазоне спектра, X — общее содержание озона, h — высота Солнца, $RAF(\lambda, h)$ — радиационный фактор усиления, характеризующий относительное изменение Q_λ при единичном относительном изменении содержания озона [Booth, Madronich, 1994]. Величина RAF для эритемной УФ-радиации составляет величину порядка 1,1, которая зависит от высоты Солнца.

Сезонно-широтный ход общего содержания озона (ОСО) для координат Феодосии, по данным спутникового радиометра ОМІ, показан на рис. 3. Максимум общего содержания озона наблюдается в конце зимы, что объясняется накоплением озона за счёт циркуляции Брюэра — Добсона — Дютша. Общее содержание озона имеет типичный для средних широт годовой ход с максимумом весной и минимумом осенью.

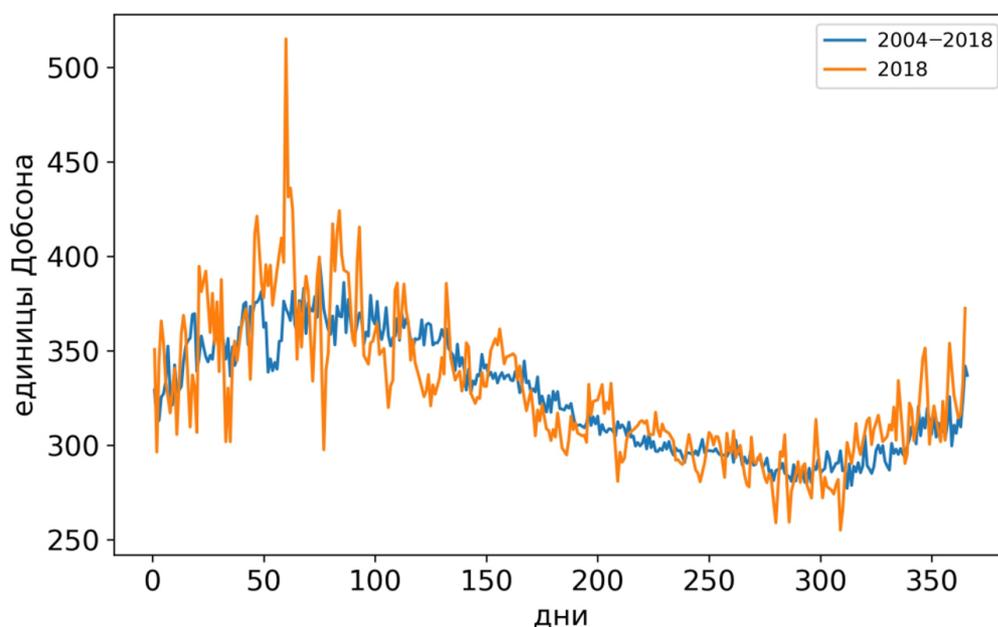


Рис. 3. Годовой ход общего содержания озона (в ед. Добсона) в 2018 г. и за период 2004–2018 гг., г. Феодосия, по данным спутникового прибора ОМІ

*УФ-В диапазон спектра длины волн: 280–315 нм.

Отдельно рассмотрены особенности годового хода ОСО в 2018 г., в год проведения экспериментальных наблюдений биологически активной УФР в районе Карадага. Частотное распределение аномалий ОСО (рис. 4) свидетельствует о том, что в 2018 г. наблюдались значительные аномалии ОСО. Наибольшая положительная и наибольшая отрицательная аномалии отмечены в марте 2018 г. — 1 и 18 марта соответственно. Аномалия ОСО 1 марта составила +143 ед. Добсона, аномалия ОСО 18 марта составила –75 ед. Добсона. Высокие значения ОСО 1 марта 2018 г. были связаны с опусканием воздуха, богатого озоном, после прохождения холодного атмосферного фронта, а отрицательная аномалия ОСО 18 марта 2018 г., напротив, была связана с циркуляционными условиями тёплого фронта.

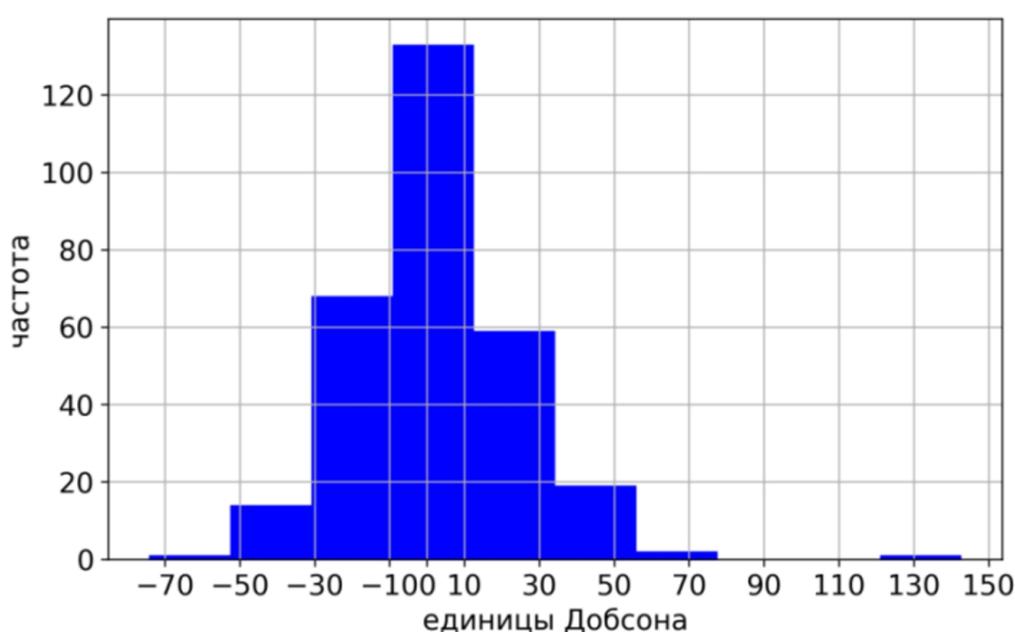


Рис. 4. Частотное распределение аномалий общего содержания озона в 2018 г., г. Феодосия (по данным спутникового прибора ОМІ)

Среди оптических параметров аэрозоля наиболее важными с точки зрения ослабления УФР являются оптическая толщина и альbedo однократного рассеяния. Около 80 % влияния аэрозоля на УФР связано с вариациями оптической толщины и альbedo однократного рассеяния. Остальные 20 % связаны с различиями в фазовой функции, спектральном ослаблении и вертикальном профиле ослабления [Reuder, Schwander, 1999].

Средние значения АОТ (аэрозольная оптическая толща) на длине волны 380 нм за период 2007–2014 гг. для ближайшей станции в Севастополе, входящей в сеть AERONET, представлены на рис. 5. В годовом ходе максимальные значения АОТ₃₈₀ приходятся на летние месяцы (июль — август). Альbedo однократного рассеяния составляет величину около 0,9, что свидетельствует о слабом поглощении.

Облачность, наряду с общим содержанием озона, оказывает значительное влияние на поступление УФР к поверхности Земли. Для оценки влияния облачности на поступление УФР к поверхности Земли используется величина облачного пропускания. Она определяется как отношение суммарной УФР в реальных атмосферных условиях к суммарной УФР в условиях ясного неба. Облачное пропускание УФР зависит от многих характеристик: балла облачности,

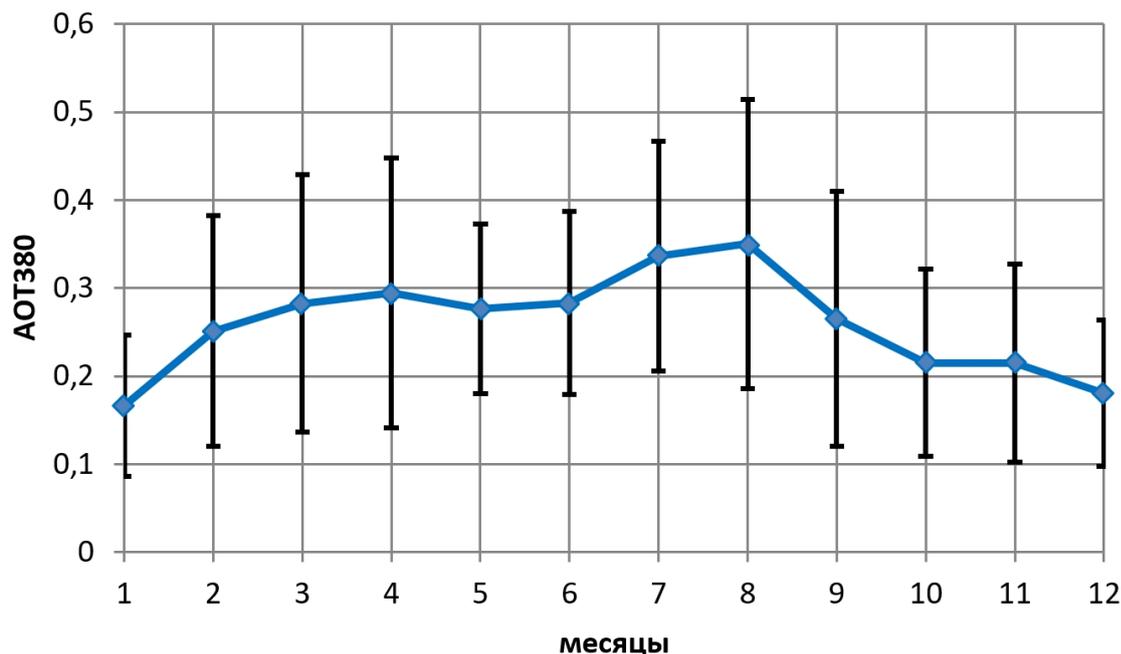


Рис. 5. Средние значения AOT380 за период 2007–2014 гг., планки — стандартные отклонения AOT380

оптической толщины облаков, высоты и взаимного расположения отдельных облаков, количества облачных слоёв, степени закрытости солнечного диска облаками. Величины облачного пропускания при сплошном его покрове в среднем составляют 60–85 % для облаков нижнего яруса, 25–30 % — для облаков среднего яруса, 4–5 % — для облаков верхнего яруса [Чубарова, 1993].

Согласно нашим оценкам, полученным по данным спутниковых измерений отражательной способности спутникового прибора TOMS на длине волны 380 нм, для территории Крымского полуострова значения CQ в январе составляют 0,59 и 0,86 — в июле.

Альbedo подстилающей поверхности в ультрафиолетовом диапазоне спектра составляет первые проценты в отсутствие снежного покрова. Согласно спутниковым оценкам, в среднем альbedo поверхности на территории Крымского полуострова в течение года меняется незначительно и составляет в январе 9 %, а в июле — 5 % [Tanskanen, 2004].

С ростом высоты над уровнем моря обычно наблюдается рост УФР за счёт уменьшения молекулярного рассеяния, уменьшения концентрации поглощающих УФР газов, аэрозолей, которые имеют максимум концентрации в планетарном пограничном слое, и за счёт увеличения альbedo поверхности в связи с появлением снежного покрова. С ростом высоты доля прямой радиации увеличивается, а доля рассеянной радиации уменьшается за счёт уменьшения плотности атмосферы. Согласно измерениям, проведённым в немецких Альпах и на различных высотах над уровнем моря в Боливии, уменьшение общего содержания озона в среднем составляет 3,5 ед. Добсона на км [Pfeifer, Koepke, Reuder, 2006]. Наиболее высокие уровни УФР отмечаются в горах. В немецких Альпах высотный градиент эритемной УФР, по данным измерений, составил 7–16 % на километр, а высотный градиент в горах Боливии, по сравнению с плато, составляет 8–23 % [Pfeifer, Koepke, Reuder, 2006]. В Тибете, в условиях безоблачности и отсутствия снежного покрова, градиент эритемной УФР составляет 7–8 % на км [Dahlback et al., 2007].

Результаты мониторинга УФ-радиации и УФ-ресурсов

Рассмотрим результаты измерений биологически активной эритемной УФ-радиации на СФЭМ. На рис. 6 приведены суточные суммы эритемной УФ-радиации (Q_{ery}) за указанный период. Хорошо виден сезонный ход Q_{ery} с минимумами в ноябре — январе и максимумами в летний период. Суточные суммы изменялись более чем в 10 раз: от 67,6 Джм⁻² (26.11.2018 г.) до 5856 Джм⁻² (03.07.2018 г.). При этом в 5 % случаев значения были менее 132 Джм⁻² и в 5 % случаев — выше 5143 Джм⁻².

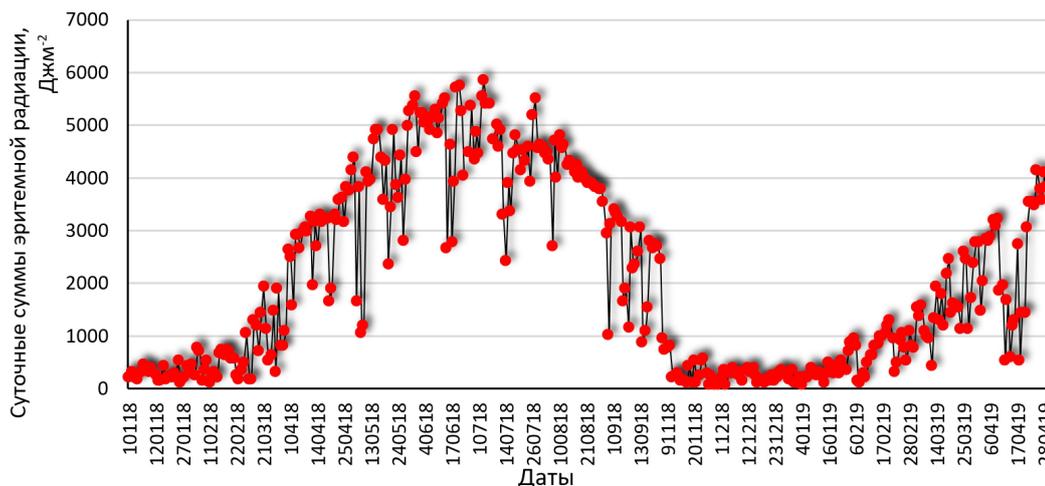


Рис. 6. Суточные суммы эритемной радиации Q_{ery} за период 2018–2019 гг. на СФЭМ

На рис. 7 приведены значения суточных сумм Q_{ery} как функция полуденной высоты Солнца. Хорошо виден значительный разброс данных измерений, который наблюдается за счёт влияния атмосферных факторов: облачности, общего содержания озона и аэрозоля. Видно, что даже при больших высотах Солнца, наблюдаемых летом в околополуденное время, влияние этих факторов может в пять и более раз изменять поступление УФ-радиации, тем самым существенно влияя на её биологическое воздействие.

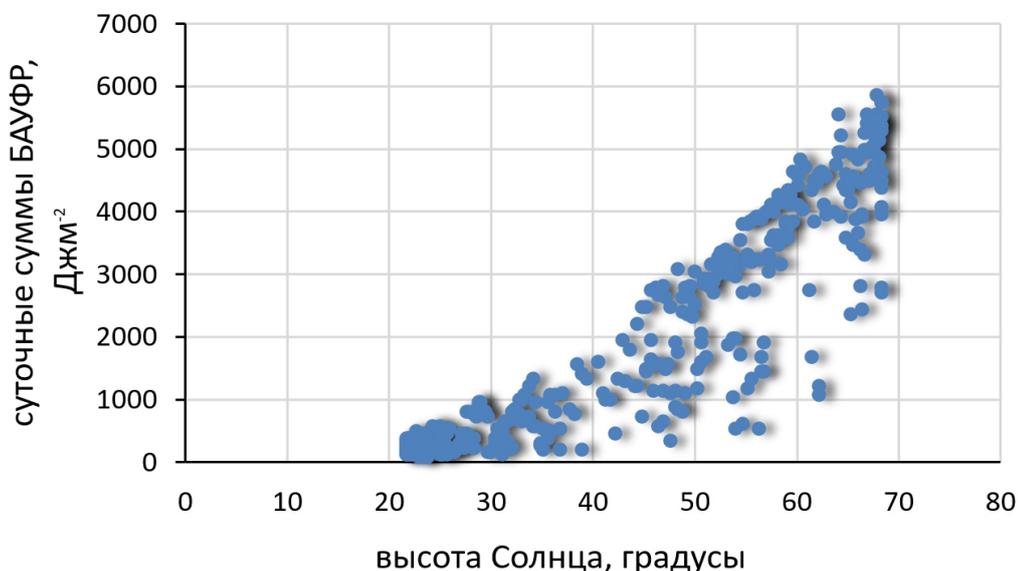


Рис. 7. Зависимость суточных сумм Q_{ery} от полуденных высот Солнца

Рассмотрим, как менялись максимальные суточные значения УФ-индексов, которые обычно наблюдаются в околополуденное время, за период измерений 2018–2019 гг. (рис. 8).

Из рисунка видно, что УФ-индекс выше 3 (середина марта 2018 и 2019 гг.). Это свидетельствует о том, что для наиболее распространённого в России второго типа кожи необходима защита от солнечных лучей. С мая по август примерно в 50 % случаев в околополуденное время наблюдаются УФ-индексы более 7,5, которые нетипичны для условий средней полосы России, а в июле в отдельных случаях наблюдались и условия с экстремально высокими УФ-индексами — более 10 (табл. 2).

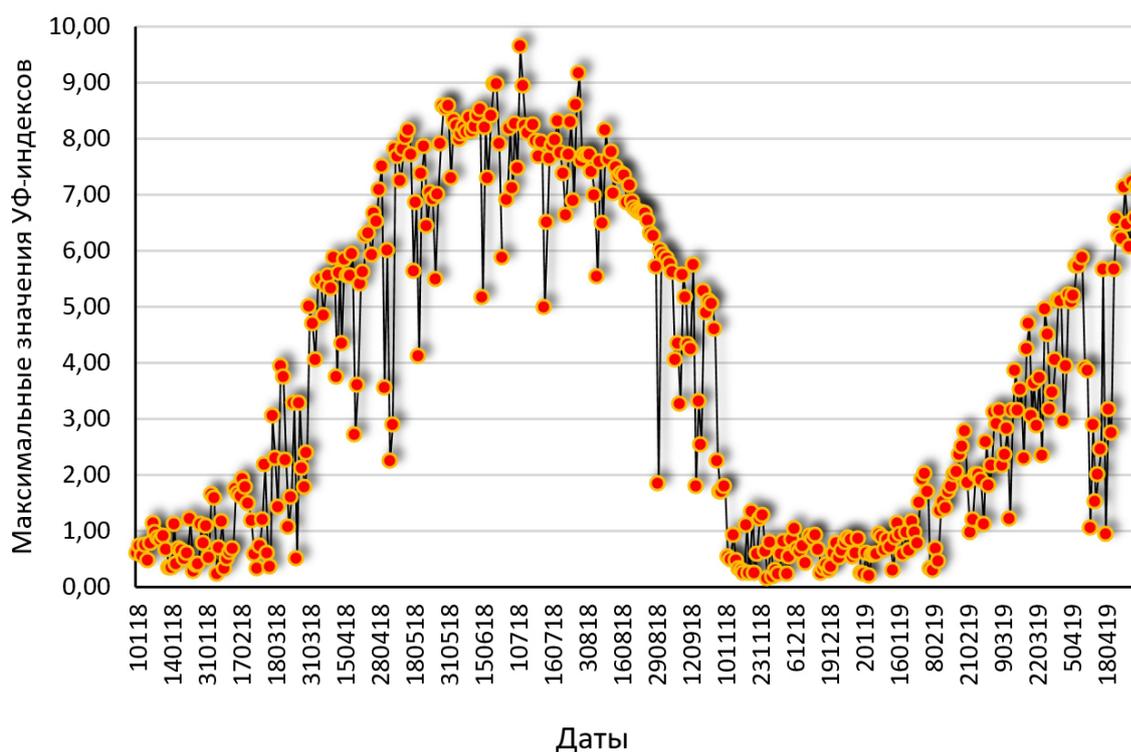


Рис. 8. Максимальные значения УФ-индексов за период 2018–2019 гг. на СФЭМ

Рассмотрим УФ-ресурсы в разные месяцы года (по данным мониторинга на Карадаге). При типичном для зимнего периода использовании более тёплой и закрытой одежды, при котором уровень открытости тела (S) составляет порядка 0,1, в ноябре, декабре и январе наблюдаются условия УФ-недостаточности, когда невозможно формирование витамина D для второго и четвёртого типов кожи. Однако с февраля уже возможны условия УФ-оптимума для второго типа кожи (солнечная погода, невысокий уровень озона). Наиболее благоприятные условия при $S = 0,1$ для проведения гелиотерапии наблюдаются в марте и октябре для второго типа кожи, а для четвёртого типа — в апреле и сентябре.

Однако если увеличить долю открытости тела за счёт рук, лица и шеи (S около 0,3), то для второго типа кожи возможно формирование витамина D в течение всего года; в декабре и январе повторяемость таких условий составляет 10–30 %. Отметим, что при такой открытости тела возможно формирование витамина D в феврале и ноябре для четвёртого типа кожи.

В летнее время для более устойчивого к воздействию УФ-излучения четвёртого типа кожи наблюдаются гораздо более мягкие условия УФ-оптимума или УФ-избыточности первой степени.

В тёплый период года в Крыму в утренние или вечерние часы практически всегда есть условия для формирования дозы $Q_{\text{сгу}}$, необходимой для образования витамина D.

Таблица 2

**Статистика околополуденных УФ-индексов в разные месяцы года
(по данным измерений на СФЭМ в 2018–2019 гг.)**

Месяц	Содержание озона, матм-см	Среднее значение полуденного УФ-индекса	Медианное значение полуденного УФ-индекса	25 % полуденного УФ-индекса	75 % полуденного УФ-индекса	Максимум полуденного УФ-индекса	Минимум полуденного УФ-индекса
Январь	343,5	0,74	0,71	0,59	0,96	1,26	0,21
Февраль	359,6	1,42	1,57	0,72	1,98	2,95	0,24
Март	365,2	3,14	3,26	2,36	3,95	5,42	0,36
Апрель	361,8	5,33	5,88	4,15	6,46	7,95	0,99
Май	335,3	7,09	7,66	6,36	8,33	9,10	2,37
Июнь	333,4	8,34	8,66	8,21	8,83	9,50	5,47
Июль	314,3	8,28	8,41	8,01	8,77	10,21	5,27
Август	304,0	7,24	7,39	6,99	7,98	8,63	1,95
Сентябрь	296,5	4,89	5,26	4,44	5,92	6,28	1,90
Октябрь*	–	–	–	–	–	–	–
Ноябрь	303,9	0,83	0,59	0,29	1,29	2,36	0,15
Декабрь	321,8	0,65	0,67	0,46	0,86	1,08	0,23

Примечания: * — отсутствие данных измерений в октябре связано с проведением калибровки прибора в МГУ.

Выводы

Таким образом, по данным двухлетнего УФ-мониторинга на территории Государственного природного заповедника «Карадагский» (КНС — ПЗ РАН — филиал ФИЦ ИнБЮМ), изучена временная динамика биологически активной эритемной УФ-радиации и факторов, её определяющих. Показано, что суточные суммы изменялись более чем в 10 раз, от 67,6 Джм⁻² до 5856 Джм⁻², и в целом соответствовали сезонному ходу высоты Солнца. Однако за счёт действия атмосферных факторов, главным образом плотной облачности, поступление УФ-радиации может меняться более чем в 5 раз, тем самым существенно влияя на её биологическое воздействие.

На основании данных измерений Q_{ery} оценены УФ-ресурсы в разные месяцы года. Получено, что при типичном для холодного периода года (ноябрь, декабрь, январь) использовании более тёплой и закрытой одежды, при котором доля открытости кожи человека (S) составляет порядка 0,1, наблюдаются условия УФ-недостаточности, когда невозможно формирование витамина D уже для второго типа кожи. С февраля при определённых условиях (отсутствие облаков или малооблачная погода, невысокий уровень озона) условия УФ-оптимума уже могут наблюдаться и при низких S (0,1). Наиболее благоприятные условия для проведения гелиотерапии при таких величинах S наблюдаются в марте и октябре для второго типа кожи, а для четвёртого типа — в апреле и сентябре.

При увеличении доли открытости тела за счёт рук, лица и шеи ($S = 0,3$) формирование витамина D возможно в течение всего года для второго типа кожи. В декабре и январе повторяемость таких условий составляет 10–30 %. В тёплый период года в Крыму в утренние или вечерние часы практически всегда есть условия для формирования дозы Q_{ery} , необходимой для образования витамина D. Летом для четвёртого типа кожи наблюдаются условия УФ-оптимума или УФ-избыточности первой степени.

Благодарности. Н. Е. Чубарова и Е. Ю. Жданова выполнили работу в рамках государственного задания, тема «Погодные и климатические процессы различных пространственно-временных масштабов в условиях антропогенного воздействия», № 121051400081-7. В. А. Лапченко принял участие в написании статьи в рамках темы государственного задания (№ 121032300023-7) «Изучение особенностей структуры и динамики сухопутных экосистем в различных климатических зонах».

Список литературы

1. Чубарова Н. Е. Пропускание суммарной УФ-радиации облаками различных типов // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. – 1993. – Т. 29, № 5. – С. 639–645.
2. Чубарова Н. Е., Жданова Е. Ю. Ультрафиолетовые ресурсы при ясном небе на территории России // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2012. – № 6. – С. 9–19.
3. Booth C. R., Madronich S. Radiation amplification factors: improved formulation accounts for large increases in ultraviolet radiation associated with Antarctic ozone // Ultraviolet Radiation in Antarctica: Measurements and Biological Effects / Eds: C. S. Weiler, P. A. Penhale. – Washington : American Geophysical Union, 1994. – P. 39–42. – (Antarctic Research Series ; vol. 62). – <https://doi.org/10.1029/AR062p0039>
4. Chubarova N., Zhdanova Ye. Ultraviolet resources over Northern Eurasia // Journal of Photochemistry and Photobiology. [Ser.] B, Biology. – 2013. – Vol. 127. – P. 38–51. – <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.07.013>
5. Dahlback A., Gelsor N., Stamnes J. J., Gjessing Y. UV measurements in the 3000–5000 m altitude region in Tibet // Journal of Geophysical Research. Atmospheres. – 2007. – Vol. 112, iss. D9. – Art. no. D09308 (10 p.). – <https://doi.org/10.1029/2006JD007700>
6. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 assessment // Photochemical and Photobiological Sciences. – 2015. – Vol. 14, no. 1. – P. 14–18. – <https://doi.org/10.1039/c4pp90042a>
7. Fitzpatrick T. B. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI // Archives of Dermatology. – 1988. – Vol. 124, no. 6. – P. 869–871. – <https://doi.org/10.1001/archderm.1988.01670060015008>
8. Pfeifer M., Koepke T. P., Reuder J. Effects of altitude and aerosol on UV radiation // Journal of Geophysical Research. Atmospheres. – 2006. – Vol. 111, iss. D1. – Art. no. D01203 (11 p.). – <https://doi.org/10.1029/2005JD006444>
9. Reuder J., Schwander H. Aerosol effects on UV radiation in nonurban regions // Journal of Geophysical Research. Atmospheres. – 1999. – Vol. 104, iss. D4. – P. 4065–4077. – <https://doi.org/10.1029/1998JD200072>
10. Tanskanen A. Lambertian Surface Albedo Climatology at 360 nm from TOMS Data Using Moving Time-Window Technique // Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1–8 June 2004, Kos, Greece / Ed. C. S. Zerefos. – Athens : International Ozone Commission, 2004. – P. 1159–1160.
11. Vanicek K., Frei T., Litynska Z., Schmalwieser A. UV Index for the Public : a guide for publication and interpretation of solar UV Index forecasts for the public : COST-713 Action. – Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2000. – 27 p. – (EUR/European Commission ; 19226).

ESTIMATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE ERYTHEMAL UV RADIATION
AND UV RESOURCES IN THE CRIMEA

Chubarova N. Y.¹, Zhdanova E. Y.¹, Lapchenko V. A.², Znamenskaya L. V.²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation,

²T. I. Vyazemsky Karadag Scientific Station — Nature Reserve of RAS — Branch of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Kurortnoe, Feodosia, Russian Federation,
e-mail: ozon.karadag@gmail.com, znamenskayalv@mail.ru

The temporal changes of biologically active erythemal UV radiation (Q_{ery}) and its determining factors were analyzed at the territory of the State Nature Reserve «Karadagsky» (KNS — PZ RAS — Branch of IBSS) in the Crimea for the period of 2018–2019. The daily sum of Q_{ery} varied more than 10 times, from 67.6 Jm^{-2} to 5856 Jm^{-2} , and generally corresponded to the seasonal course of the solar elevation, but due to optically thick clouds, Q_{ery} could decrease by more than 5 times, affecting its biological impact. Based on Q_{ery} measurement data, UV resources are estimated for different months of the year. It was found that during the cold period (November — January), when the degree of openness of the human skin is $S = 0,1$ and solar elevation is low, the conditions of UV deficiency are observed, when it is impossible to form vitamin D for the second type of skin. The most favorable conditions for heliotherapy at these S are observed in March and October for the second skin type, and for the fourth skin type — in April and September. With an increase in the proportion of body openness due to the hands, face and neck ($S = 0,3$), the formation of vitamin D is possible throughout the year for the second type of skin. In December and January, the frequency of such conditions is 10–30 %. During warm period in the Crimea in the morning or evening hours, the UV conditions favorable for vitamin D generation are almost always observed. In summer, for the fourth type of skin, conditions of UV optimum or UV excess of the first degree are detected.

Keywords: erythemal UV radiation, UV resources, Crimea, Karadag.

Сведения об авторах

Чубарова Наталья Евгеньевна	доктор географических наук, профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, natalia.chubarova@gmail.com
Жданова Екатерина Юрьевна	кандидат географических наук, научный сотрудник, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, ekaterinazhdanova214@gmail.com
Лапченко Владимир Александрович	научный сотрудник, Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», ozon.karadag@gmail.com
Знаменская Лариса Викторовна	главный специалист, Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», znamenskayalv@mail.ru

Поступила в редакцию 02.02.2021 г.
Принята к публикации 31.03.2021 г.

УДК 502.5(292.471-751.2)

ЛАНДШАФТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ПРИБРЕЖНЫЙ АКВАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС У МЫСА ЛУКУЛЛ»*

Панкеева Т. В.¹, Миронова Н. В.¹, Пархоменко А. В.²

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь,
Российская Федерация,

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,
e-mail: tatyanapankeeva@yandex.ru

Приведены сведения о ландшафтной структуре гидрологического памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Лукулл» (западное побережье Крыма, район г. Севастополя). Ландшафтное разнообразие памятника природы обусловлено наличием морских и сухопутных ландшафтов, формирование которых происходит в зоне контакта суши и моря. На формирование его ландшафтной структуры оказывают влияние как природные особенности береговой зоны, так и хозяйственная деятельность на прилегающей территории. Ландшафтные исследования (2019–2020 гг.) проводили методом детального изучения ключевых участков с применением ландшафтного профилирования. В ходе изучения памятника природы была уточнена и детализирована ландшафтная структура сухопутной части и прилегающей территории, выделено три местности, восемь урочищ. Доминируют местности денудационно-эрозионных равнин с разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями и клифовая — с активным развитием обвально-оползневых процессов. Впервые составлена ландшафтная карта прибрежной части и прилегающей акватории, выделено три местности, семь урочищ. Для мысов характерны ландшафты подводного склона: сложенного грубообломочными отложениями с доминированием карподесмии косматой, трептанта бородатой и сложенного грубообломочными отложениями, где доминирует трептанта бородатая, с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая. Между мысами формируются ландшафты подводного склона, сложенные песчаными отложениями и лишённые донной растительности. На отдельных глыбах доминируют карподесмия косматая и трептанта бородатая или падина павлинья и диктиота ленточная. На основе ландшафтного подхода предложены рекомендации по оптимизации природоохранного режима памятника природы.

Ключевые слова: ландшафтная структура, донный природный комплекс, макрофитобентос, особо охраняемые природные территории, Чёрное море.

Введение

Сохранение ландшафтного разнообразия является необходимым условием устойчивого развития региона, приоритетным направлением природоохранной деятельности государства. В настоящее время охрана ландшафтного разнообразия задекларирована многими природоохранными программами, соглашениями и конвенциями. Однако, как показывают исследования, с увеличением антропогенной нагрузки на объекты особо охраняемых природных территорий (ООПТ) происходит сокращение их ландшафтного и биологического разнообразия.

В настоящее время ООПТ города федерального значения Севастополя представлены четырнадцатью объектами разной категории охраны, общей площадью 25021,3 га, из которых на сушу приходится 24350,4 га, а на акваторию — 670,9 га, что составляет 23,1 и 3,1 % соответственно площади города и акватории. Особенностью региона является наличие шести ООПТ,

*Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Исследование механизмов управления производственными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (гос. рег. № АААА-А18-118021350003-6).

в состав которых входит морская акватория. Основная часть площади морской охраняемой акватории (МОА) приходится на государственные природные заказники «Мыс Айя» и «Караньский» (81,9 % от площади МОА). Показательно, что территориальной охраной охвачено 26,7 км побережья г. Севастополя, что составляет 18,8 % общей протяжённости прибрежной зоны региона [Позаченюк и др., 2020].

В научной литературе достаточно детально представлены описания ландшафтов природных заказников ООПТ г. Севастополя [Панкеева, Бондарева, 2015; Панкеева, Миронова, 2017; Панкеева и др., 2019; Позаченюк, Панкеева, Панкеева, 2020; Панкеева и др., 2020; Особо охраняемые..., 2020]. Однако сведения о подводных и береговых ландшафтах гидрологических памятников природы, включающих МОА, малочисленны [Мильчакова и др., 2015].

В 1972 г. решением Крымского облисполкома от 22.02.1972 г. № 97 был создан гидрологический памятник природы местного значения «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Лукулл» как «природный эталон взаимодействия моря и суши в условиях речного наноса». Постановлением Правительства г. Севастополя от 25.05.2015 г. № 417-ПП «Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения, расположенных в г. Севастополе», переименован в гидрологический памятник природы регионального значения «ПАК у мыса Лукулл».

Памятник природы «ПАК у мыса Лукулл» — единственный объект ООПТ г. Севастополя, расположенный в его северо-восточной части, в пределах приморского берегового пояса предгорной зоны. Ландшафтное разнообразие памятника природы обусловлено тем, что формирование морских и сухопутных ландшафтов происходит в зоне взаимодействия суши и моря. В результате чего, с одной стороны, ландшафтные комплексы памятника природы характеризуются биологическим разнообразием и имеют природоохранную ценность, с другой — отличаются неустойчивостью к хозяйственной деятельности.

В связи с чем цель работы заключалась в изучении и картографировании ландшафтной структуры гидрологического памятника природы регионального значения «ПАК у мыса Лукулл» для оптимизации его природоохранного режима.

Материалы и методы исследования

Памятник природы «ПАК у мыса Лукулл» расположен в северо-восточной части г. Севастополя, общая протяжённость береговой линии достигает 3448,6 м, ширина акватории — 300 м. Общая площадь ПАК составляет 128,5 га, из которых площадь территории — 15,1 га, площадь акватории — 113,4 га. Восточная граница памятника природы совпадает с административной границей г. Севастополя, на юге граница проходит в 600 метрах от пляжа с. Андреевка.

Лукулльский уступ сложен известняками среднего сармата и карангата, перекрытыми четвертичными аллювиальными пролювиально-глинисто-галечниковыми отложениями и краснобурыми глинами. Высота обрывистых склонов клифа 11–23 м, развиты блоки отседания. Характерна высокая динамичность процессов: абразионных, абразионно-гравитационных и абразионно-оползневых. Тип берега — абразионно-обвальный. Плато за бровкой клифа представляет собой почти горизонтальную плейстоцено-голоценовую поверхность со слабым уклоном на юго-запад. Вдоль клифа тянется пляжево-бенчевая зона. В прибрежной акватории сосредоточено нагромождение плит и глыб конгломератов, которые образуют выступы дна и отдельные пятна (банки) от уреза воды до глубины 10 м. Подводный склон отмелый, сложенный в основном песчаными отложениями. На глубине 5–6 м наблюдается чёткий перегиб подводного склона. Уклон дна прибрежной зоны варьирует от 0,5 до 1,5. Памятник природы имеет научную ценность, так как является естественным полигоном для изучения динамики абразионного разрушения [Горячкин, Долотов, 2019].

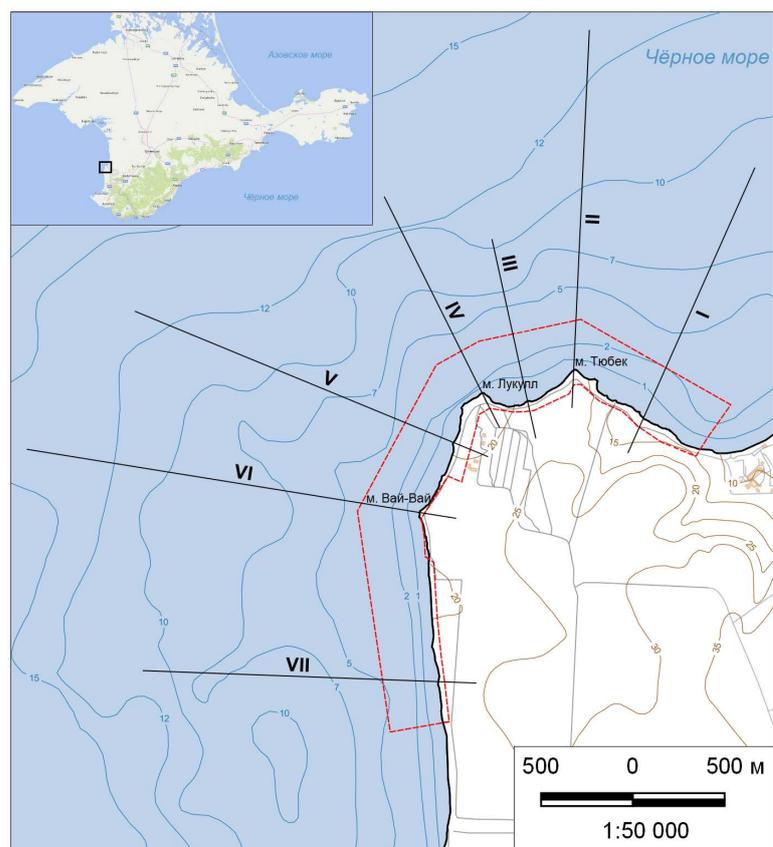
Растительность «ПАК у мыса Лукулл» представлена типчаково-ковыльными степями с участием овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* Gaudin), ковыля Лессинга (к. Браунера) (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.s. I), ковыля-волосатика (*Stipa capillata* L.), житняка гребневидного (*Agropyron pectiniforme* Roem. & Schult.), костреца каппадокийского (*Bromopsis cappadocica* (Boiss. & Bal.) Holub), молочая ложнохрящеватого (*Euphorbia pseudoglareosa* Klokov), полыни крымской (*Artemisia taurica* Willd.), рапунтикоидеса Талиева (*Rhaponticoides taliewii* (Kleopow) M.V.Agab. & Greuter). На глинистых склонах клифа отмечен вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), в местах неглубокого залегания подземных вод — тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) [Миљчакова и др., 2015]. На территории памятника природы отмечены виды, которые внесены в Красную книгу г. Севастополя (ККС), такие как рапунтикоидес Талиева (*Rhaponticoides taliewii*), бельвалия великолепная (*Bellevalia speciosa* Woronov ex Grossh), ковыль-волосатик (*Stipa capillata*), ковыль понтийский (*Stipa pontica* P.Smirn), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), катран шершавый (*Crambe aspera* M.Bieb), ирис низкий (*Iris pumila* L.). Кроме этого, представлены редкие виды для Севастопольского региона — морковница прибрежная (*Astrodaucus littoralis* (M.Bieb.) Drude), углостебельник красноватый (*Goniolimon rubellum* (S.G.Gmel.) Klokov), гвоздика ложноармериевидная (*Dianthus pseudarmeria* M.Bieb.) [Особо охраняемые..., 2020].

В составе альгофлоры «ПАК у мыса Лукулл» отмечены редкие виды — артрокладия мохнатая (*Arthrocladia villosa* (Huds.) Duby), гелидиелла Антипы (*Gelidiella antipae* Celan), ломентария членистая (*Lomentaria articulata* (Huds.) Lyngbye), мирионема балтийская (*Myrionema balticum* (Reinke) Foslie), стиктиосифон адриатический (*Stictyosiphon adriaticus* (Kütz.)), фельдманния неправильная (*Feldmannia irregularis* (Kütz.) Hamel), хилокладия оттопыренная (*Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding) [Миљчакова и др., 2015]. Многие виды морской флоры памятника природы занесены в Красную книгу Российской Федерации (КК РФ) [Красная книга..., 2008], Красную книгу Республики Крым (КК РК) [Красная книга..., 2015], Красную книгу Севастополя (ККС) [Красная книга..., 2018] и списки международных конвенций, что свидетельствует о природоохранной ценности акватории. Так, филофора курчавая (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon) и стилофора нежная (*Silophora tenella* (Esper) P.C. Silva) входят в состав КК РФ, КК РК и ККС, карподесмия косматая (*Carpodesmia crinita* (Duby) Orellana & Sansón = *Cystoseira crinita*), трептаканта бородатая (*Treptacantha barbata* (Stackhouse) Orellana & Sansón = *Cystoseira barbata*) и лауренция чашевидная (*Laurencia coronopus* J.Ag.) — в КК РК, а нерейя нитевидная (*Nereia filiformis* (J.Ag.) Zanard.) — в КК РК и ККС.

На прилегающей территории расположены земли сельскохозяйственного и специального (военного) назначения, развита тропиновая сеть и грунтовые дороги. Для побережья характерна стихийная рекреация. Памятник природы входит в состав Каламитского приморского экокоридора экологического каркаса Крыма.

При исследовании ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» использовали метод ландшафтного профилирования с детальным описанием трансект и ключевых участков. Ландшафтные профили заложены для семи трансект (рис. 1). Длина трансект варьировала от границ буферной зоны памятника природы (ширина 100 м) до нижней границы обитания донной растительности (табл. 1).

Полевые работы по изучению ландшафтной структуры сухопутной части памятника природы проводили в апреле — мае 2019–2020 гг., подводные исследования в прибрежной зоне — в июле 2020 г. Работы в акватории выполняли с применением легководолазного снаряжения и с использованием маломерных судов [Петров, 1989]. Координаты трансект определяли при помощи портативного GPS-приёмника (*Oregon 650*). Первоначально дайверы-исследователи (команда состояла из двух человек), снабжённые дайв-компьютером (*AERIS F10*), проходили вдоль мерной линии, выполняя фото- и видеосъёмку, визуально описывали донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу [Блинова, Пронина, Штрик, 2005]. Для изучения состава фитобентоса использованы материалы гидробиотанической съёмки,



Условные обозначения

- Границы памятника природы «ПАК у мыса Лукулл»
- Изобаты, м
- Изогипсы, м
- Трансекты (I-VII)

Рис. 1. Карта-схема расположения ландшафтных профилей памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» (2020 г.)

Таблица 1

Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на трансектах памятника природы «ПАК у мыса Лукулл»

№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	Северная широта	Восточная долгота		
I	44°50.265'	033°33.938'	0,5–5	400
II	44°50.483'	033°33.642'	0,5–5	450
III	44°50.381'	033°33.460'	0,5–5	700
IV	44°50.411'	033°33.274'	0,5–10	850
V	44°50.268'	033°33.412'	0,5–10	700
VI	44°50.061'	033°32.996'	0,5–15	1400
VII	44°49.972'	033°33.043'	0,5–15	1600

проведённой в границах трасект. Отбор проб макрофитов проводили по стандартной фитоценотической методике [Калугина-Гутник, 1975]. На глубинах 0,5, 1, 3, 5, 10 и 15 м закладывали по четыре учётные площадки размером 25 × 25 см, при этом дайвер визуально определял проективное покрытие дна макрофитами (ПП). Идентификацию видов водорослей проводили по определителю [Зинова, 1967] с учётом последних номенклатурных изменений. Выделение фитоценозов осуществляли согласно доминантной классификации по А. А. Калугиной-Гутник [Калугина-Гутник, 1975].

Информацию о природных компонентах береговой зоны, полученную в ходе полевых исследований, оформляли графически в виде ландшафтного профиля (рис. 2). Для создания профиля использовали программный пакет *Surfer* версии 13.0.383. На гипсометрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков, массовые виды макрофитов, геологическое строение, почвы, наземную растительность. Вертикальными линиями, разделяющими профиль на серию отрезков, показывали границы таксономических единиц. Ландшафтная структура памятника природы исследована на уровне типов местностей и урочищ. Таким образом, для побережья и прибрежья составлены ландшафтные профили для семи трасект (рис. 2).

Ландшафтное картографирование на основе системы профилей, пересекающих береговую зону, позволило выделить типы ландшафтов, установить их границы. Для создания ландшафтной карты использовали программный пакет *QGIS 2.18.25* и электронную основу навигационной и топографической карт. Географическую привязку границ ландшафтных контуров осуществляли с помощью программы *QGIS*. Результаты обобщения исследований ландшафтной структуры изучаемого района отражены на ландшафтной карте.

Результаты исследований и их обсуждение

Ландшафтная структура территории памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» и прилегающая к нему территория. Памятник природы расположен в предгорной зоне разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов в приморском ингрессионно-бухтовом, абразионно-гравитационном и оползневом ландшафтном поясе [Позаченюк, Панкеева, 2008]. Современные ландшафты памятника природы сформировались под влиянием естественных и антропогенных процессов.

На водораздельных пространствах представлена местность денудационно-эрозионных равнин, сложенных четвертичными и глинисто-четвертичными отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями на коричневых почвах (рис. 3, (1)). В ландшафтной структуре этого типа местности выделено три урочища (рис. 3). Территория испытывает высокую хозяйственную нагрузку за счёт тропиночно-дорожной сети, сельскохозяйственных угодий, строительства дачных участков.

От восточной границы памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» до мыса Тюбек расположено урочище водораздельно-останцовых равнин с эгилопсово-типчачковыми и кострово-пырейными степями (рис. 3, (1.1)). Характерна эгилопсово-типчачковая ассоциация с проективным покрытием 40–50 %. Обильно встречается кострец береговой (*Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub), грудница мохнатая (*Galatella villosa* (L.) Rchb. f.), единично отмечены ковыль украинский (*Stipa ucrainica* P.A.Smirn.), ирис низкий (*Iris pumila*), лён Маршалла (*Linum marschallianum* Juz.) и др. В приривочной части распространена ассоциация с доминированием пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.)).

Урочище водораздельно-склоновых равнин с житняковой и ковыльно-типчачковой степями (рис. 3, (1.2)) занимает площадь от м. Тюбек до Лукулльского маяка. В понижениях доминирует ковыльно-типчачковая ассоциация с мозаикой пятен грудницево-ковыльно-типчачковых, типчачково-грудницевых, васильково-полынных, на водоразделах преобладает житняковая степь с участками полынно-кострово-житняковой, а также обширными пятнами эгилопса двухдюймового (*Aegilops biuncialis* Vis.).

ЛАНДШАФТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ПРИБРЕЖНЫЙ АКВАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС У МЫСА ЛУКУЛЛ»

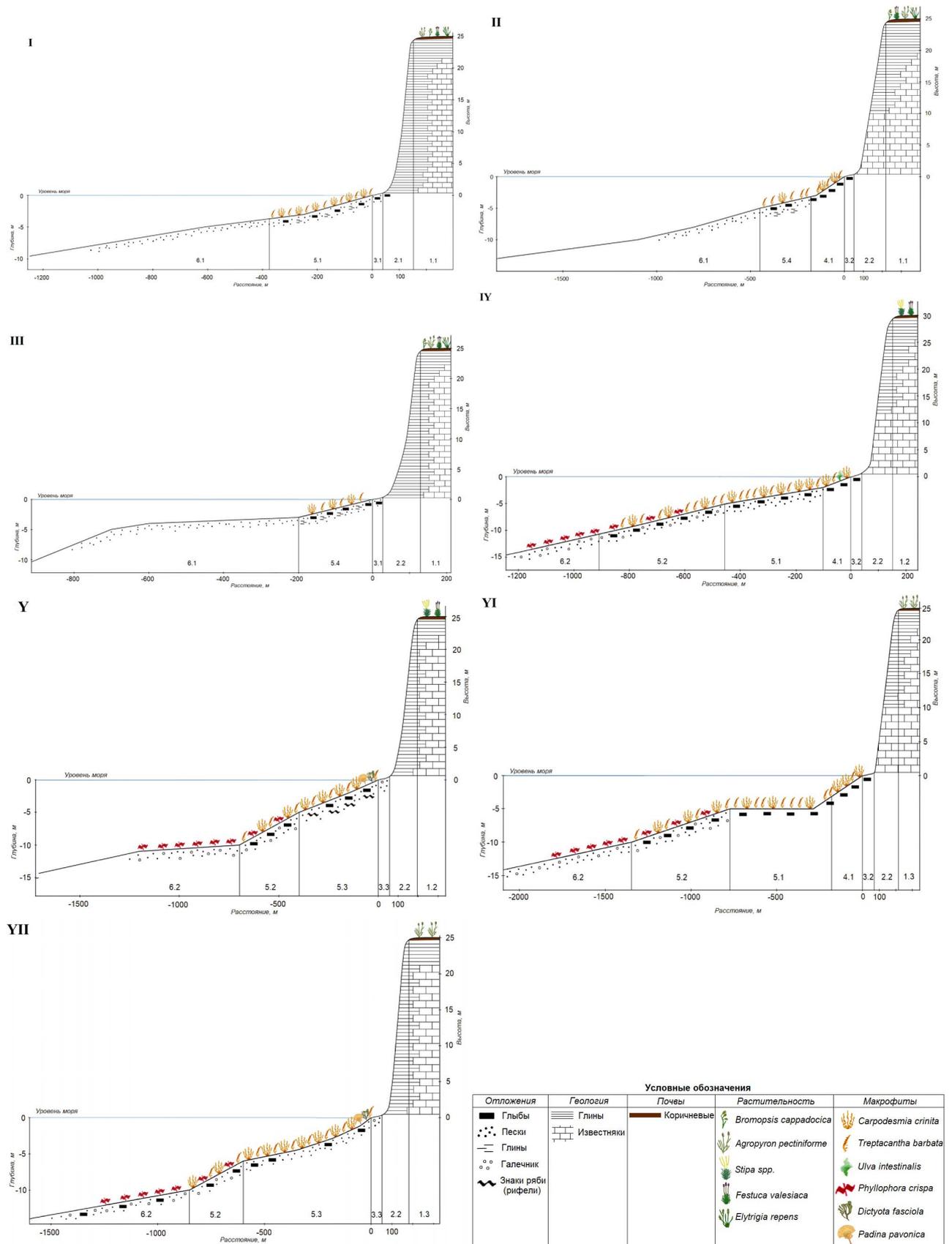


Рис. 2. Ландшафтные профили памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» (2020 г.).
Примечание: нумерация ландшафтных профилей соответствует сведениям, представленным в таблице 1

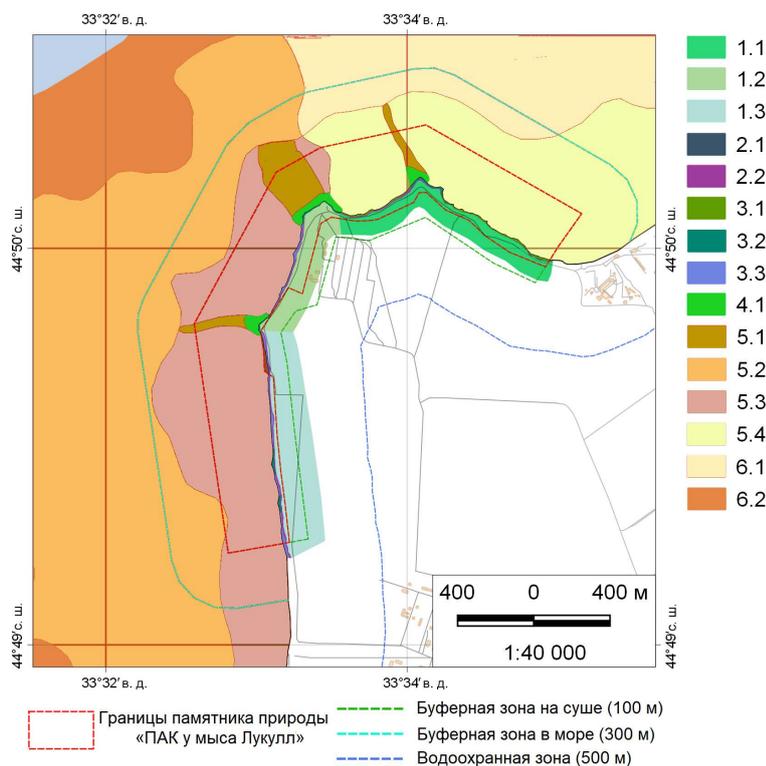


Рис. 3. Карта-схема ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» и прилегающей к нему территории и акватории
Условные обозначения:

Сухопутные ландшафты:

Местность: 1 — денудационно-эрозионные равнины, сложенные четвертичными и глинисто-четвертичными отложениями с разнотравно-ковыльно-типчачовыми степями на коричневых почвах.

Урочища: 1.1 — водораздельно-останцовые равнины с эгилопсово-типчачовыми и кострово-пырейными степями; 1.2 — водораздельно-склоновые равнины с житняковой и ковыльно-типчачовой степью; 1.3 — водораздельно-склоновые равнины с житняковыми степями.

Местность: 2 — активные клифы, выработанные в нижнечетвертичных песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях.

Урочища: 2.1 — активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных и оползневых процессов; 2.2 — активный клиф с интенсивным развитием абразионно-гравитационных процессов.

Местность: 3 — естественные пляжи, сложенные песчано-галечными отложениями.

Урочища: 3.1 — песчано-галечниковый пляж с отдельными глыбами песчаника; 3.2 — глыбовый навал; 3.3 — прислонённые песчано-галечниковые пляжи.

Морские ландшафты:

Местность: 4 — глыбово-валунный бенч.

Урочища: 4.1 — с преобладанием видов карподесмии косматой (*Carpodesmia crinita*) и трептаканты бородачатой (*Treptacantha barbata*).

Местность: 5 — подводный береговой склон.

Урочища: 5.1 — сложенный валунно-глыбовыми отложениями, где доминируют карподесмия косматая (*Carpodesmia crinita*) и трептаканта бородачатая (*Treptacantha barbata*); 5.2 — сложенный валунно-глыбовыми отложениями с доминированием трептаканты бородачатой (*Treptacantha barbata*) и с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филофора курчавая (*Phyllophora crispa*); 5.3 — сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишённый донной растительности. На отдельных глыбах доминируют карподесмия косматая (*Carpodesmia crinita*) и трептаканта бородачатая (*Treptacantha barbata*) или падина павлинья (*Padina pavonica*) и диктиота ленточная (*Dictyota fasciola*); 5.4 — сложенный глинисто-песчаными отложениями, лишённый донной растительности. На отдельных глыбах доминируют карподесмия косматая (*Carpodesmia crinita*) и трептаканта бородачатая (*Treptacantha barbata*).

Местность: 6 — слабонаклонная аккумулятивная равнина.

Урочища: 6.1 — сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует; 6.2 — сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где преобладает филофора курчавая (*Phyllophora crispa*).

От Лукулльского маяка до западной границы памятника природы представлено урочище водораздельно-склоновых равнин с житняковой степью (рис. 3, (1.3)), где в растительном покрове доминирует ассоциация житняка гребневидного (*Agropyron pectiniforme*) с проективным покрытием 30–40 % и обильным участием полыни австрийской (*Artemisia austriaca* Jacq.) и полыни крымской (*Artemisia taurica*). Пятнами отмечен ячмень луковичный (*Hordeum bulbosum* L.) и солнцезвезд иволлистный (*Helianthemum salicifolium* (L.) Mill.). На блоках отседания зарегистрирована мозаичность травостоя: полынно-житняковые пятна с обилием овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*), синеголовника полевого (*Eryngium campestre* L.) и рапонтикоидеса Талиева (*Rhaponticoides taliewii*) чередуются с житняково-типчаковыми пятнами с обилием птицемлечника понтийского (*Ornithogalum ponticum* Zahar.).

Местность активных клифов, выработанных в нижнечетвертичных песчанисто-гравийно-глинистых ритмично чередующихся отложениях, типична для всего побережья памятника природы (рис. 3, (2)). Выделено два урочища (рис. 3). Особенностью этого типа местности является высокая динамичность абразионно-гравитационных процессов. Вследствие активного развития динамических процессов наземная растительность практически отсутствует. Встречаются заросли тростника южного (*Phragmites australis*). Вдоль клифа фрагментарно расположена местность естественных пляжей, сложенных песчано-галечными отложениями (рис. 3, (3)).

Ландшафтная структура акватории памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» и прилегающей к нему акватории. Формирование западного побережья Крыма представляет собой сложный парагенетический процесс, когда сопряжение «абразионно-аккумулятивных пар» происходит каждый раз, в результате чего «один участок интенсивно абродируется, а смежный с ним является аккумулятивным» [Зенкович, 1960, с. 183]. Такое своеобразие береговой зоны определило и рисунок ландшафтной структуры акватории до глубины 5 м (рис. 3). Поэтому подводные ландшафты отличаются аттрактивностью и уникальностью, что выделяет прибрежную зону этого памятника природы среди других районов побережья г. Севастополя и Крымского полуострова.

Так, на мысах Тюбек, Лукулл и Вай-Вай сформировались абразионные донные природные комплексы, представленные двумя урочищами. На глубине 0,5–1 м отмечено урочище **глыбово-валунного бенча с преобладанием карподесмии косматой (*Carpodesmia crinita*) и трептаканты бородастой (*Treptacantha barbata*)** (рис. 3, (4.1)). Для него характерны выходы коренных пород, сложенных песчаниками, гравелитами и конгломератами. Проективное покрытие дна макрофитами (ПП) низкое, не превышает 20–40 %. На этих отложениях описан фитоценоз *Carpodesmia crinita* + *Treptacantha barbata*. Его биомасса при увеличении глубины значительно возрастает, при этом вклад доминирующих видов остается высоким. Показательно, что в структуре этого фитоценоза на глубине 0,5 м среди литофитов отмечены зелёные водоросли, такие как ульва жёсткая (*Ulva rigida* C.Ag.) и ульва кишечница (*Ulva intestinalis* L.), а также сезонные однолетние виды рода церамиум (*Ceramium*). Вклад эпифитной синузии достаточно низкий, среди эпифитов преобладают кладофора беловатая (*Cladophora albida* (Nees) Kütz.), церамиум реснитчатый (*Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluzeau) и сфацелария усатая (*Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.Ag.).

На глубине 1–5 м формируется урочище **подводного берегового склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминируют карподесмия косматая (*Carpodesmia crinita*) и трептаканта бородастая (*Treptacantha barbata*)** (рис. 3, (5.1)). Характерен глыбовый навал. Значения ПП с увеличением глубины возрастают более чем вдвое (с 40 до 90 %). Описан фитоценоз *Carpodesmia crinita* + *Treptacantha barbata* — *Cladostephus spongiosus*. Его биомасса и вклад эдификаторов 1-го яруса характеризуются высокими значениями, но показатели снижаются при увеличении глубины. Роль представителя 2-го яруса невелика. В составе

фитоценоза на глубине 3–5 м единично встречаются многолетние виды — филлофора курчавая (*Phyllophora crispa*) и стилофора нежная (*Stilophora tenella*), доля их участия незначительна. Показательно, что в изучаемом интервале глубин зарегистрированы эпифитные виды водорослей, среди которых господствующее положение занимает вертебрата шилоносная (*Vertebrata subulifera* (C.Ag.) Kuntz.).

В прибрежной зоне между мысами формируются аккумулятивные донные природные комплексы, представленные двумя урочищами, которые расположены от уреза воды до глубины 5 м. Подводный склон отмельный. На участке от м. Тюбек до м. Лукулл отмечено урочище *подводного берегового склона, сложенного глинисто-песчаными отложениями и лишённого донной растительности. На отдельных глыбах доминируют виды карподесмии косматой (Carpodesmia crinita) и трептаканты бородастой (Treptacantha barbata)* (рис. 3, (5.4)). Вклад хаотично расположенных глыб на этих глубинах не превышает 5–10 % общей площади этого участка. Среди зарослей преобладающих видов, на твёрдых включениях, которые расположены на глубине до 1 м, встречаются куртины однолетней ульвы кишечницы (*Ulva intestinalis*). На глубине от 1 до 5 м на слоевищах многолетних видов карподесмии косматой (*Carpodesmia crinita*) и трептаканты бородастой (*Treptacantha barbata*) обильно представлена эпифитная синузия, где среди эпифитов преобладают вертебрата шилоносная (*Vertebrata subulifera*), лауренция чашевидная (*Laurencia coronopus*) и представители рода церамиум (*Ceramium*).

От м. Лукулл до южной границы памятника природы зарегистрировано урочище *подводного берегового склона, сложенного песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишённого донной растительности. На отдельных глыбах доминируют карподесмия косматая (Carpodesmia crinita) и трептаканта бородастая (Treptacantha barbata) или падина павлинья (Padina pavonica) и диктиота ленточная (Dictyota fasciola)* (рис. 3, (5.3)). Подводная приурезовая зона представлена песчаными отложениями с незначительной примесью гальки. Вклад хаотично расположенных плит и глыб на этих глубинах не превышает 10–15 % общей площади этого участка. Помимо карподесмии косматой (*Carpodesmia crinita*) и трептаканты бородастой (*Treptacantha barbata*), на талломах которых произрастают водоросли, состоящие в основном из вертебраты шилоносной (*Vertebrata subulifera*) и представителей родов лауренции (*Laurencia*) и церамиум (*Ceramium*), на некоторых твёрдых включениях обильно отмечены сезонно-летние виды — падина павлинья (*Padina pavonica* (L.) Thivy) и диктиота ленточная (*Dictyota fasciola* (Roth) J.V.L.), а также ульва кишечница (*Ulva intestinalis*).

На формирование донных природных комплексов существенное влияние оказывают глубины свыше 5 м (расстояние от берега составляет 500–700 м), которые являются лимитирующим фактором распределения донной растительности. Так, вдоль береговой линии от м. Лукулл до южной границы памятника природы, на глубине от 5 до 10 м, расположено урочище *подводного берегового склона, сложенного грубообломочными отложениями, где доминирует трептаканта бородастая (Treptacantha barbata), с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая (Phyllophora crispa)* (рис. 3, (5.2)). Значения ПП на этих глубинах незначительно варьируют от 70 до 90 %. Описан фитоценоз (*Treptacantha barbata*) — *Phyllophora crispa* — *Cladophora dalmatica*. Верхний ярус альгоценоза образован в основном трептакантой бородастой (*Treptacantha barbata*), слоевища которой произрастают на отдельных твёрдых включениях, её вклад составляет примерно половину общей биомассы макрофитов. В сложении фитоценоза доля эдификаторов 2-го и 3-го ярусов значительно меньше. Среди эпифитов господствующее положение занимает вертебрата шилоносная (*Vertebrata subulifera*).

В акватории между мысами Тюбек и Лукулл на глубине 5–10 м отмечено урочище *слабо-наклонной равнины, сложенной песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует* (рис. 3, (6.1)).

Показательно, что вдоль всего побережья в меридиональном направлении на глубинах 10–15 м зарегистрировано урочище *слабонаклонной равнины, сложенной гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, где доминирует филлофора курчавая (Phyllophora crispa)* (рис. 3, (б.2)). Значения ПП не превышают 30–40 %. Описан фитоценоз *Phyllophora crispa*. На этих глубинах существенно возрастает роль эдификатора сообщества, при этом трептуканта бородатая (*Treptacantha barbata*) встречается единично. В состав альгоценоза входят глубоко-водные многолетние виды — нерейя нитевидная (*Nereia filiformis* (J.Ag.) Zanard.) и занардиния типичная (*Zanardinia typus* (Nardo) P.C.Silva). Эпифитная синузия представлена в основном спермотамнионом прямостоячим (*Spermothamnion strictum* (C.Ag.) Ardiss).

Памятник природы «ПАК у мыса Лукулл» отличается высоким ландшафтным разнообразием, так как включает водные и сухопутные ландшафты, сформированные в зоне взаимодействия моря и суши. Ландшафтные комплексы памятника природы, прилегающих территорий и акваторий характеризуются наличием краснокнижных видов, что подтверждает природоохранную ценность изучаемого района. В то же время территория, прилегающая к памятнику природы, испытывает значительную антропогенную нагрузку, связанную с функционированием на сопредельных территориях сельхозпредприятий, садоводческого товарищества «Лукулл», дислокацией войсковой части и развитием стихийной рекреации. В дальнейшем хозяйственное освоение территории, прилегающей вплотную к береговым обрывам, приведет к усилению деструктивных геодинамических процессов и, следовательно, к уничтожению уникальных береговых ландшафтов.

Для снижения воздействия негативных природных и антропогенных процессов на памятник природы «ПАК у мыса Лукулл» необходима разработка научно обоснованных рекомендаций по оптимизации природоохранного режима. Ландшафтный подход позволяет определить границы буферной зоны сухопутной и морской частей памятника природы. Так, размеры буферной зоны сухопутной части должны включать зону развития активных динамических процессов и составлять не менее 100–200 м территории, примыкающей к бровке обрыва (рис. 3). В то же время необходимо поддержание режима водоохранной зоны, ширина которой, согласно статье 65 Водного кодекса РФ, составляет 500 м, где устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Буферная зона памятника природы должна располагаться на расстоянии не менее 300 м от его морской границы. Как показали исследования, донные природные комплексы предполагаемой буферной зоны отличаются высоким биологическим разнообразием, наличием охраняемых видов макрофитов.

Вынос границ буферной зоны в натуру, при соблюдении природоохранного и водоохранного режимов, позволит сохранить парагенетические ландшафтные комплексы береговой зоны не только памятника природы, но и побережья г. Севастополя и Крыма. Так как береговая зона Каламитского залива представляет собой целостную литодинамическую систему, в пределах которой выделяются абразионные и аккумулятивные участки, связанные между собой вещественным обменом, в дальнейшем при хозяйственном освоении этого района недоучёт его природных особенностей приведёт к уменьшению площади пляжей, активизации гравитационных процессов, разрушению и отступанию берега, сокращению ландшафтного и биологического разнообразия, снижению рекреационной привлекательности.

Для обеспечения сохранения и оптимального функционирования ООПТ г. Севастополя необходимо, чтобы заповедные территории представляли собой не разобщённые объекты, а формировали единую систему — экологическую сеть [Панкеева, Миронова, Пархоменко, 2018]. Важное внимание необходимо уделять элементам «экологического каркаса», которые обеспечивают миграцию животных и растений, способствуют восстановлению и сохранению природно-территориальной и функциональной целостности биогеоценозов, экосистем, ландшафтов, а также

стабилизируют естественные процессы на участках, прилегающих к экологической сети. Ландшафтные карты побережья являются информационной основой при создании экологической сети и принятии решений по рациональному природопользованию, проведению экологического мониторинга.

Однако ООПТ г. Севастополя, в состав которых входит морская акватория, отличаются изолированностью, при этом их небольшая площадь и действующий охранный статус не позволяют в полном объёме выполнять природоохранные задачи. В дальнейшем задача формирования экологической сети региона Севастополя требует решения и специального проектирования.

Заключение

На основе проведённых исследований показано, что на формирование ландшафтной структуры памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» оказывают влияние как природные особенности береговой зоны, так и хозяйственная деятельность на прилегающей территории. Ландшафтное разнообразие памятника природы обусловлено наличием морских и сухопутных ландшафтов, формирование которых происходит в зоне контакта суши и моря. В ходе изучения памятника природы была уточнена и детализирована ландшафтная структура сухопутной части и прилегающей территории, выделено три местности, восемь урочищ. Доминируют местности денудационно-эрозионных равнин с разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями и клифовая — с активным развитием обвально-оползневых процессов. Впервые составлена ландшафтная карта прибрежной части и прилегающей акватории, выделено три местности, семь урочищ. Для мысов характерны ландшафты подводного склона: сложенного грубообломочными отложениями с доминированием карподесмии косматой, трептаканты бородатой и сложенного грубообломочными отложениями, где доминирует трептаканта бородатая, с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая. Между мысами формируются ландшафты подводного склона, сложенные песчаными отложениями и лишённые донной растительности. На отдельных глыбах доминируют карподесмия косматая и трептаканта бородатая или падина павлинья и диктиота ленточная.

Ландшафтные карты побережья являются информационной основой для принятия решений по рациональному природопользованию, а также могут использоваться при создании различных прикладных (оценочных, инвентаризационных, конструктивных, прогнозных) карт, которые считаются важным звеном для разработки проектов хозяйственного освоения береговой зоны Чёрного моря.

Список литературы

1. Блинова Е. И., Пронина О. А., Штрик В. А. Методические рекомендации по учёту запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны / М-во сел. хоз-ва РФ, Федерал. агентство по рыболовству, Всерос. науч.-исслед. ин-т по рыболовству и океанографии. – Москва : ВНИРО, 2005. – С. 80–127. – (Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки ; вып. 3).
2. Горячкин Ю. Н., Долотов В. В. Морские берега Крыма. – Севастополь : Мор. гидрофиз. ин-т РАН, 2019. – 256 с.
3. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Чёрного моря. Т. 2. Северо-Западная часть. – Москва : Изд-во АН СССР, 1960. – 216 с.

4. *Зинова А. Д.* Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – Москва ; Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1967. – 397 с.
5. *Калугина-Гутник А. А.* Фитобентос Чёрного моря / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1975. – 248 с.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / М-во экологии и природ. ресурсов Республики Крым ; сост.: Абдулганиева Э. Ф. [и др.] ; отв. ред.: Ена А. В., Фатерыга А. В. – Симферополь : Ариал, 2015. – 478 с.
7. Красная книга Российской Федерации : (растения и грибы) / М-во природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации [и др.] ; отв. ред.: Бардунов Л. В., Новиков В. С. – Москва : Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 885 с.
8. Красная книга города Севастополя / Правительство Севастополя, Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя ; отв. ред.: Довгаль И. В., Корженевский В. В. – Калининград ; Севастополь : РОСТ-ДОАФК, 2018. – 432 с.
9. *Мильчакова Н. А., Александров В. А., Бондарева Л. В., Панкеева Т. В., Чернышева Е. В.* Морские охраняемые акватории Крыма. – Севастополь : Ин-т мор. биол. исслед. ; Симферополь : Н. Орианда, 2015. – 312 с.
10. Особо охраняемые природные территории Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя ; [отв. ред.: Голубева Е. И. и др.]. – Симферополь : Ариал, 2020. – 140 с.
11. *Панкеева Т. В., Бондарева Л. В.* Ландшафтный подход к оценке состояния фитокомплексов береговой зоны Южного берега (в регионе Севастополя) // XXIX Любичевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии : материалы междунар. конф. (Ульяновск, 6–8 апр. 2015 г.) / Ульянов. гос. пед. ун-т им. И. Н. Ульянова ; ред.: Баранцев Р. Г. [и др.]. – Ульяновск : УГПИ, 2015. – С. 436–444.
12. *Панкеева Т. В., Каширина Е. С., Миронова Н. В., Новиков А. А.* Природный заказник «Спилия» как новый объект ООПТ Севастополя // Заповедники — 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление : материалы IX всерос. науч.-практ. конф., Симферополь, 9–11 окт. 2019 г. / Крым. федерал. ун-т им. В. И. Вернадского [и др.]. – Симферополь : Ариал, 2019. – С. 79–84.
13. *Панкеева Т. В., Каширина Е. С., Свирин С. А., Миронова Н. В., Голубева Е. И.* Пространственная взаимосвязь охраняемых видов растений с ландшафтной структурой природного парка «Максимова дача» // Экосистемы. – 2020. – № 22 (52). – С. 39–52. – <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-22-39-52>
14. *Панкеева Т. В., Миронова Н. В.* Современное состояние донных природных комплексов заказника «Мыс Айя» // Природное наследие России : сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию нац. заповед. дела и Году экологии в России (Пенза, 23–25 мая 2017 г.) / Пензен. гос. ун-т ; под ред. Л. А. Новиковой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 310–312.
15. *Панкеева Т. В., Миронова Н. В., Пархоменко А. В.* Роль морских охраняемых акваторий в сохранении донных природных комплексов (г. Севастополь) // ЭКОБИО — 2018 : Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами : сб. материалов V науч.-практ. молодеж. конф., 8–11 окт. 2018 г., Севастополь / Фил. МГУ им. М. В. Ломоносова в г. Севастополе [и др.]. – Севастополь : Ин-т природ.-техн. систем, 2018. – С. 125–128.
16. *Петров К. М.* Подводные ландшафты: теория, методы исследования. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1989. – 126 с.
17. *Позаченюк Е. А., Панкеева Т. В.* Геоэкологическая экспертиза административных территорий (на примере Большого Севастополя). – Симферополь : Бизнес-Информ, 2008. – 298 с.

18. Позаченик Е. А., Панкеева А. Ю., Панкеева Т. В. Современные ландшафты природного заказника «Байдарский» // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 144–155.
19. Позаченик Е. А., Панкеева Т. В., Панкеева А. Ю., Пизова Е. В. Состояние особо охраняемых природных территорий города федерального значения Севастополя // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2020. – Т. 6 (16), вып. 2. – С. 161–171.

LANDSCAPE RESEARCHES NATURAL MONUMENT «COSTAL MARINE PROTECTED AREAS AT CAPE LUCULL»

Pankeeva T. V.¹, Mironova N. V.¹, Parkhomenko A. V.²

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

²Lomonosov Moscow State University, Department of Physical geography and landscape science,
Moscow, Russian Federation,

e-mail: tatyanapankeeva@yandex.ru

The article provides information about the landscape structure of the hydrological natural monument «Costal Marine Protected Areas at Cape Lucull» (the west coast of Sevastopol). The landscape diversity of the natural monument is due to the presence of sea and land landscapes, the formation of which occurs in the contact zone between land and sea. The formation of its landscape structure is influenced by both the natural features of the coastal zone and economic activities in the adjacent territory. Landscape research (2019–2020) were being held by applying the method of detailed study of key areas alongside landscape profiling. During the study of the natural monument, the landscape structure of the land part and the adjacent territory was clarified and detailed, 3 terrains and 8 tracts were identified. The terrain is dominated by denudation-erosion plains with forb-feather grass-fescue steppes and cliff with active development of landslide processes. For the first time, a landscape map of the coastal zone and the adjacent water area was compiled, 3 terrains and 7 tracts were identified. The capes are characterized by landscapes of an underwater slope with a block-boulder bulk and outcrops of bedrocks dominated by *Carpodesmia crinita* and *Treptacantha barbata*. The slope is also composed of coarse-detrital deposits, dominated by *Treptacantha barbata*, and alternating pebble-gravel deposits with a bit of shells, where *Phyllophora crispa* prevails. Between the capes, landscapes of the underwater slope are formed, composed of sandy deposits, devoid of bottom vegetation. On separate blocks are dominated by *Carpodesmia crinita* and *Treptacantha barbata* or *Padina pavonia* and *Dictyota fasciola*. Based on the landscape approach, recommendations are proposed for optimizing the conservation regime of a natural monument.

Keywords: landscape structure, bottom natural complexes, macrophytobenthos, protected areas, Black Sea.

Сведения об авторах

Панкеева Татьяна Викторовна кандидат географических наук, старший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
tatyanapankeeva@yandex.ua

Миронова Наталия Всеволодовна кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
dr.nataliya.mironova@yandex.ua

Пархоменко Анастасия Владимировна студентка 2-го курса магистратуры, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, avparkhomenko52@gmail.com

Поступила в редакцию 21.02.2021 г.
Принята к публикации 31.03.2021 г.

**ИСТОРИЧЕСКИЕ, АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ
И ИСКУССТВОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

УДК 551.46.073(47+57)

**РОЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДОВ СССР В МЕЖДУНАРОДНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ МИРОВОГО ОКЕАНА (1950–1970 гг.)**

Степанчук Ю. В.

*ФГБУК «Музей Мирового океана», г. Калининград, Российская Федерация,
e-mail: nikfor84@mail.ru*

Участие советских судов в международных проектах и полученные ими результаты представляют особый интерес для истории науки. В 1950–1970-х гг. проведены масштабные проекты по изучению Мирового океана. Однако информация о них представлена разрозненными материалами, которые не дают цельного представления об участии СССР в международных проектах. Основными источниками стали отчёты о рейсах и отчёты о работах из фондов и архивов различных институтов — участников проектов. Некоторые материалы хранятся в режиме ограниченного доступа. Частично информацию можно получить на официальном сайте ЮНЕСКО, используя его англоязычную версию. На основе всех опубликованных, архивных и фондовых материалов сделана попытка сравнить и определить значение работ, проведённых на судах СССР в рамках международных проектов. В работе представлено систематизированное обобщение по каждому международному проекту, выделены наиболее важные результаты. При написании работы использован комплексный подход в связи с тем, что исследование проведено на стыке научных дисциплин.

Ключевые слова: история океанологии, изучение океана, международные программы, международное сотрудничество, научно-исследовательские суда.

Введение

Использование научно-исследовательских судов в изучении Мирового океана представляет существенный интерес для истории географии. Особое место занимают работы по международным программам, в рамках которых сотни ученых из разных стран изучали важные процессы и явления, происходящие в Мировом океане. Проводились масштабные многолетние исследования. Советские суда принимали участие в научных программах разного масштаба, в том числе в шести самых крупных международных проектах по изучению океана 1950–1970-х гг.: Международный геофизический год и Международное геофизическое сотрудничество, Международная Индоокеанская экспедиция (МИОЭ), проект «Верхняя мантия и её влияние на развитие земной коры», Международный геодинамический проект, программа «Совместные исследования Курисио и прилегающих районов», Международный крупномасштабный океанический динамический эксперимент «ПОЛИМОДЕ».

При этом в настоящее время не опубликовано ни одной работы, в которой были бы систематизированы и представлены данные обо всех советских судах, участвовавших в международных проектах по изучению Мирового океана. Цель данного исследования — создание обобщающей работы по истории изучения Мирового океана в рамках международных программ с использованием научных судов СССР на основе отчётов экспедиций, научных статей, личных воспоминаний участников, архивных и фондовых материалов (Фонд и архив Музея Мирового океана, Архив Института океанологии, Архив Морского гидрофизического института, Архив Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН, Фонд Приморского управления гидрометеорологической службы и др.).

Материалы и методы исследований

В целом разрозненная информация об участии советских судов в международных проектах по изучению Мирового океана представлена во многих информационных и справочных изданиях и в сети Интернет. В нескольких изданиях представлена обзорная информация без полного перечня участников и описания работ [Дерюгин, 1968; Краснов, Балабин, 2005; Магидович, Магидович, 1986], часть книг посвящена истории отдельных научных судов [Кузнецов, Буренин, 2000; Научно-исследовательское судно «Витязь»..., 1983]. Отдельные статьи посвящены профильным работам различных учреждений [Алексеев, 2007; Бортников, Белоусов, 1968; Зайцев, 1962; Травин, 1968]. Более полную информацию о Международном геофизическом годе и Международном геофизическом сотрудничестве можно получить в статьях В. Г. Корта [Корт, 1957; Корт, 1960] и других источниках, меньше информации представлено о Международной Индоокеанской экспедиции. А вот об остальных проектах информации представлено крайне мало.

При написании работы использован комплексный подход, позволивший составить теоретическое обобщение обширных фактических материалов. Значимое место в методах исследований занимает историковедческий и сравнительный историко-географический и картографический методы.

Результаты и их обсуждение

Наиболее масштабные исследования Мирового океана проведены в период Международного геофизического года (МГГ) и Международного геофизического сотрудничества (МГС) (The International Geophysical year and the International geophysical cooperation) в 1957–1959 гг. В совместных работах приняли участие учёные из более чем 60 стран: СССР, США, Канады, Австралии, Новой Зеландии, Франции, Японии, Норвегии, Финляндии, Исландии, Испании, Аргентины, Южно-Африканского Союза, Мадагаскара, Новой Каледонии, Индонезии, Перу, Чили, Дании и других. Программы включали обширные исследования физических процессов в земной коре, атмосфере и океанах. Особое внимание уделялось геофизическому изучению Мирового океана. Исследования велись по 13 крупным научным направлениям, включавшим в себя 81 тему исследований [Жеребцов, 2007]. Программа СССР по океанографии предусматривала проведение исследований в Тихом, Атлантическом, Индийском и Северном Ледовитом океанах. Для проведения работ были организованы семь тематических экспедиций (табл. 1). В СССР в океанографических исследованиях по программе МГГ участвовали суда различного водоизмещения, основные работы проводились на научно-исследовательских судах (НИС) «Витязь» и «Михаил Ломоносов», дизель-электроходе (д/э) «Обь» и немагнитном научно-исследовательском судне (ННИС) «Заря». Судами пройдено около 300 тыс. миль и выполнено более 2500 станций. По программе МГГ и МГС проведены исследования по циркуляции вод Мирового океана, изменчивости теплового и химического состояния вод. Получены интересные материалы наблюдений за уровнем и волнением Мирового океана, данные о рельефе дна и его структуре (рис. 1).

В Тихоокеанской экспедиции на НИС «Витязь» проводили работы в пяти рейсах (25-м, 26-м, 27-м, 28-м и 29-м). Исследованы структуры тропических фронтов в зоне пассатных и Межпассатного течений, структура системы экваториальных течений и изменчивость гидрологических характеристик, зональность природных явлений в океане, глубинные течения и циркуляция вод, строение дна океана и акустическая характеристика грунтов, изменчивость теплового и химического состояния вод, элементы волн, рельефа океанического дна и его структуры.

Таблица 1

Участие советских судов по программе Международного геофизического года и Международного геофизического сотрудничества
[Алексеев, 2007; Андреев, Дукальская, Фролов, 2010; Гришин, 2018; Зайцев, 1962; Иванов, 1957; Степанчук, 2016]

№	Название экспедиции	Руководитель	Название судов	Район работ
1	Междуведомственная Атлантическая экспедиция	В. В. Шулейкин	НИС «Михаил Ломоносов», г/с «Экватор» и г/с «Створ», НИС «Севастополь», э/с «Полярник», о/с «Круzenshtern», о/с «Седов»	центральная и северная части Атлантического океана
2	Балтийская экспедиция	Ю. В. Преображенский	НИС «Профессор Рудовиц»	Балтийское море
3	Морская Антарктическая экспедиция	В. Г. Корг	д/э «Обь», д/э «Лена»	приантарктические воды Тихого и Индийского океанов, Индийский океан
4	Норвежско-Гренландская экспедиция	Г. Н. Зайцев	э/с «Севастополь»	северная и центральная части Норвежского моря, южная часть Гренландского моря
5	Тихоокеанская экспедиция	А. Д. Добровольский	НИС «Витязь», НИС «Океан», НИС «Вал», э/с «Первенец», э/с «Жемчуг», д/э «Обь»	Берингово море, район течения Куросио, западная, северная, центральная и приантарктическая части Тихого океана
6	Экспедиция дальневосточных морей	А. И. Баталин	э/с «Первенец», э/с «Жемчуг», судно ледового патруля «Ломоносов II»	Берингово море, Чукотское море
7	Арктическая экспедиция	В. В. Фролов	судно «Горос», д/э «Лена», судно «Штурм»	Карское море, Баренцево море и Гренландское море
8	–	–	ННИС «Заря»	Атлантический океан, Индийский океан и западная часть Тихого океана

Список сокращений:

НИС — научно-исследовательское судно э/с — экспедиционное судно
г/с — гидрографическое судно о/с — океанографическое судно
д/э — дизель-электроход ННИС — немагнитное научно-исследовательское судно

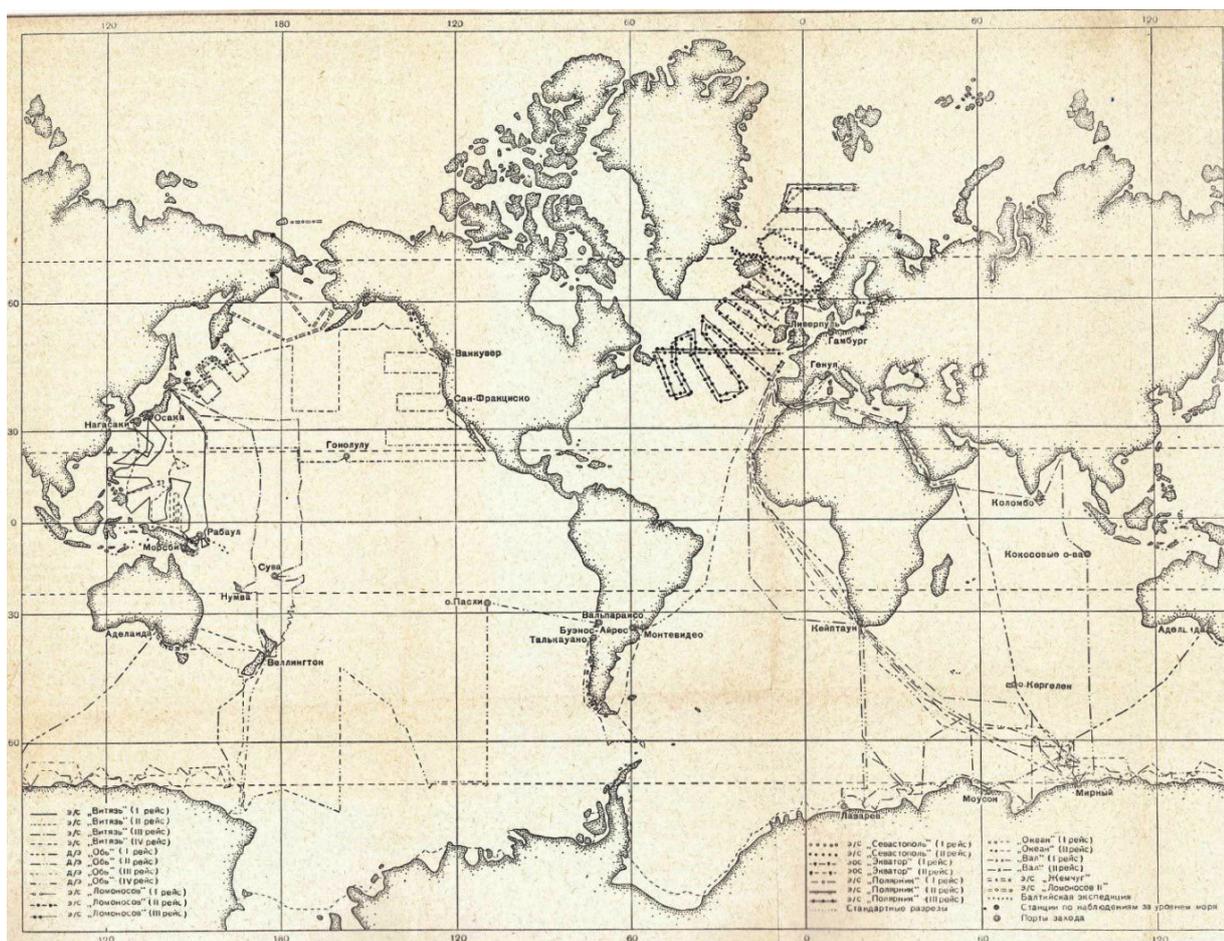


Рис. 1. Карта-схема экспедиций советских судов по программе Международного геофизического года и Международного геофизического сотрудничества, 1957–1959 гг. [Корт, 1960]

Обобщением многочисленных исследований стала монография «Гидрология Тихого океана», вышедшая в 1968 г. под редакцией А. Д. Добровольского [Гидрология Тихого..., 1968]. В 1972 г. вышла монография В. А. Буркова «Общая циркуляция вод Тихого океана» [Бурков, 1972]. Эти монографии изданы в качестве томов океанологической серии «Тихий океан», а автор и редактор удостоены Государственной премии СССР. Составлены десятки карт распределения температуры, солёности, плотности, циркуляции вод, приливов, уровня океана и т. д. Все эти карты вошли в первый том «Атласа океанов» (1974) [см.: Степанчук, 2016].

В Атлантическом океане исследования проходили по программе Межведомственной Атлантической экспедиции. Самые значимые работы проведены на НИС «Михаил Ломоносов» в центральной части Атлантического океана, к востоку от 30-го меридиана. Установлены особенности строения водных масс северной части Атлантического океана, получены характеристики скорости течений на больших глубинах, а также значительные материалы по рельефу дна и донным осадкам. Впервые обнаружено подповерхностное противотечение вдоль экватора, позднее названное течением Ломоносова [Гришин, 2018].

В рамках Норвежско-Гренландской экспедиции проведены гидрологические, метеорологические, гидрохимические, геологические, биологические исследования и изучение рельефа дна. Полученные результаты позволили наметить характер циркуляции донных вод, составить новую схему течений, определить основные составляющие биогенного баланса вод [Зайцев, 1962; Алексеев, 2007].

В ходе Антарктической экспедиции первой задачей стало проведение особых работ в Тихом океане, у берегов Антарктиды, и на материке Антарктида. Второй задачей экспедиции стало проведение комплексных океанологических исследований на д/э «Обь». Получены новые данные о распределении температуры и солёности на меридиональных разрезах, позволившие выделить динамические фронтальные зоны Южного океана и составить новую схему меридиональной циркуляции в этом районе. Эти материалы стали основой для раздела «Гидрология Южного океана» в Атласе Антарктики [Атлас Антарктики..., 1966–1969]. Биологические исследования, проведённые в трёх различных биологических областях, дали материал о распространении животного мира. Собраны большие биологические коллекции, содержащие около 900 экземпляров различных видов рыб. Большое значение имели работы по съёмке и описанию берегов от Земли Королевы Мэри до Земли Клари. Сделаны географические открытия [Андреев, Дукальская, Фролов, 2010].

В рамках Балтийской экспедиции проводились исследования гидрологического режима, которые стали основой последующего 10-летнего изучения Балтийского моря [Страницы истории, 2021]. В ходе Арктической экспедиции получили материалы, позволившие оценить климатические параметры в Арктическом регионе и усовершенствовать методы метеорологических, ледовых и гидрологических прогнозов. Также проведено изучение магнитного поля Земли на ННИС «Заря». Получены данные о суммарных изменениях магнитного поля за последние десятилетия и географическом распределении магнитного поля с целью корректировки мировых магнитных карт и определения степени аномальности океанов [Иванов, 1957].

В 1959 г. в Нью-Йорке во время проведения Океанографического конгресса были предприняты конкретные шаги по реализации идеи **Международной Индоокеанской экспедиции (МИОЭ) (International Indian Ocean Expeditions (ИИОЭ))** в виде обширной программы, рассчитанной на пять лет (1960–1965 гг.), с участием более двадцати стран (СССР, Австралии, Англии, Индии, Индонезии, Пакистана, США, Франции, Японии, ФРГ, Португалии, ЮАР, Мадагаскара, Шри-Ланки и др.). МИОЭ стала одной из самых крупных программ по изучению Индийского океана. Океанографические программы включали сбор гидрометеорологических данных, исследование процессов взаимодействия океана и атмосферы, изучение геологического строения дна океана. Большое внимание уделялось применению единых, унифицированных методов наблюдений. Более 40 научно-исследовательских судов 14 основных стран-участниц провели свыше 7 000 гидрологических станций, из них почти половина — глубоководные.

От СССР участвовали: НИС «Витязь», НИС «А. И. Воейков», НИС «Ю. М. Шокальский», ННИС «Заря», э/с «Невельской», средний рыболовный траулер (срт) «Орлик» и э/с «Владимир Воробьёв». На советских судах выполнено около 2000 станций. Результаты исследований заложили основы современных знаний о гидрологии, геофизике, геохимии, рельефе дна и биологии Индийского океана. По результатам проекта ЮНЕСКО издан «Сборник публикаций МИОЭ» в восьми томах [см.: Первый глобальный эксперимент..., 1982]. В 1959 г., раньше, чем большинство других стран, СССР приступил к выполнению программы исследований. В период 1959–1966 гг. было проведено три рейса (31-й, 33-й, 35-й) НИС «Витязь». В ходе 31-го и 33-го рейсов получены обширные сведения в зимний период в северном полушарии, в 35-м рейсе — летом, в период летнего муссона, в северном полушарии (рис. 2).

Места проведения работ были сосредоточены в северо-восточной и центральной частях океана: от Бенгальского залива и Индии до широты Южной Австралии. Основные задачи — изучение закономерностей поверхностной и глубинной циркуляции вод в тропической зоне Индийского океана и процессов турбулентного перемешивания; исследование зон океанологических фронтов и зональной структуры вод. Получен большой объём сравнительного материала для изучения динамики физических процессов в океане [Степанчук, 2016].

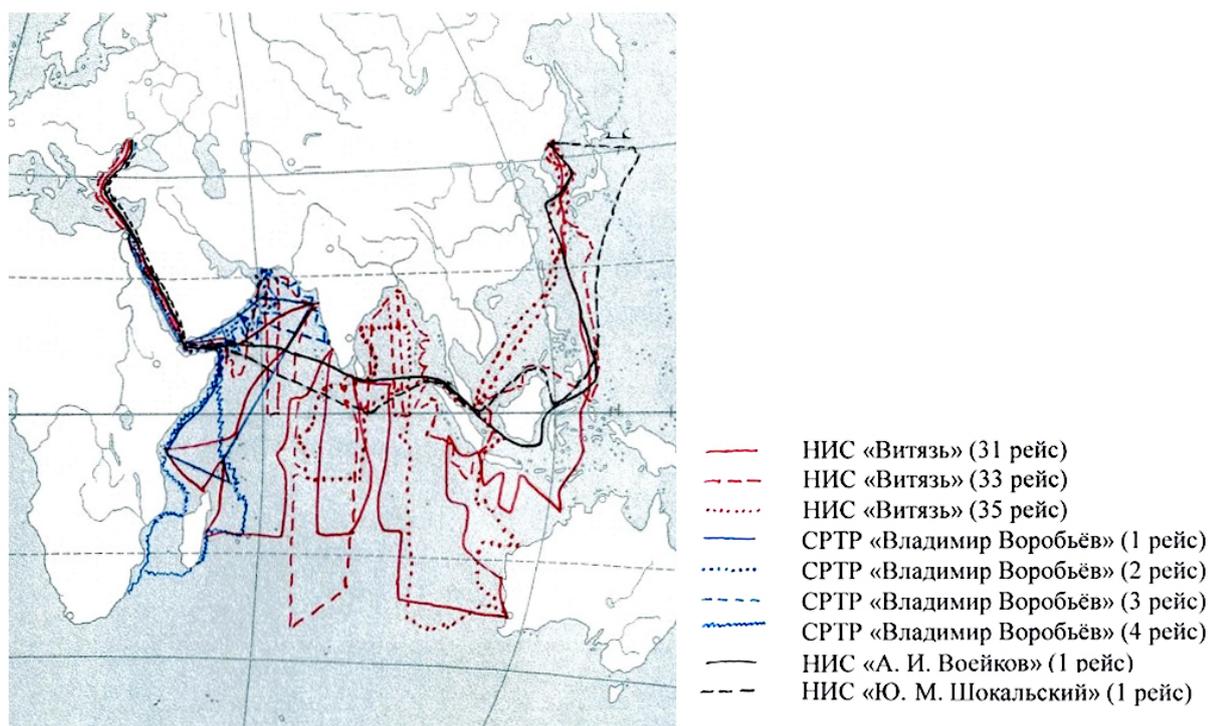


Рис. 2. Карта-схема экспедиций советских судов по программе Международной Индоокеанской экспедиции, 1960–1964 гг. (составлено автором)

В 1959–1962 гг. суда Дальневосточного научно-исследовательского гидрометеорологического института (ДВНИГМИ) — НИС «Ю. М. Шокальский» и НИС «А. И. Воейков» — выполнили океанографические наблюдения в Красном море. Впервые были получены материалы, дающие представление о структуре водных масс, — определены их основные гидрологические характеристики, циркуляция и установлены признаки их взаимосвязи с водными массами соседних бассейнов [Экспедиционное судно «А. И. Воейков»..., 1959; Экспедиционное судно «Ю. М. Шокальский»..., 1959]. Экспедиционное судно Военно-Морского Флота СССР «Невельской» в 1961–1962 гг. проводило работы по съёмке рельефа дна и грунта в Аденском заливе. В 1961–1964 гг. в северо-западной части Индийского океана проводились экспедиции Азовско-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (АзЧерНИРО). Работы проводились на э/с «Владимир Воробьёв», средних рыболовных траулерах (срт) «Константин Болдырев» и «Контакт», рыболовных морозильных траулерах (рмт) «Евпатория», «Лесной», «Алушта» и других. На э/с «Владимир Воробьёв» проведено четыре рейса в западной части Индийского океана. Основная задача — определение перспектив и возможностей развития рыболовства в этом районе. Проведены метеорологические, гидрологические, биологические исследования, изучение грунтов и рельефа дна [Бортников, Белоусов, 1968]. Обнаруженные промысловые скопления сардины, скумбрии, ставриды и донных рыб на шельфе у полуострова Индостан и в Аденском заливе имели большое промысловое значение и впоследствии успешно осваивались советскими рыбаками [Травин, 1968]. Значимым результатом МИОЭ стал Океанографический атлас под редакцией К. Виртки [Oceanographic atlas..., 1971]. Также в 1975 г. был издан Геолого-геофизический атлас Индийского океана под редакцией Г. Б. Удинцева [Геолого-геофизический..., 1975], а в 1977 г. опубликована монография «Гидрология Индийского океана» под редакцией В. Г. Корты [Гидрология Индийского..., 1977].

На генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза в 1960 г. был принят проект исследований «Верхняя мантия и её влияние на развитие земной коры» (The «Upper mantle and its influence on the development of the earth's crust»), известный под сокращённым названием «Проект верхней мантии». Программа проекта предусматривала очень широкий круг работ на суше и в океане. Морская часть включала глубинное бурение, организацию автоматических сейсмических станций на дне океанов, геомагнитные и гравиметрические исследования, изучение движений и деформаций земной коры, исследование вулканических очагов, наблюдения за потоком тепла, выделяющегося из глубины Земли, лабораторные исследования свойств горных пород и минералов в условиях высоких давлений и температур и др. [Белоусов, 1961]. В 1964 г. комитет «Проекта верхней мантии», заседая в Москве, выделил особую тему исследования — проблему мировой системы рифтов. В проекте приняли участие около пятидесяти стран: Австралия, Англия, Дания, Канада, СССР, США, Франция, Япония, Болгария, Венгрия, ГДР, Польша, Чехословакия, Индия, Италия, Новая Зеландия, Боливия, Пакистан и другие. Обширные исследования, как региональные — на материках и в океанах, так и лабораторные и теоретические, проведены главным образом СССР, США, Японией, Англией, Австралией, Канадой. Впервые изучено строение земной коры океанов. Результаты этих исследований послужили основой для теории тектоники плит, что стало называться «революцией в геологии». Особое внимание уделялось изучению глубоководных котловин и желобов, подводных хребтов, отдельным океаническим островным дугам. Американская программа предусматривала глубинное бурение в районе острова Мидуэй (Тихий океан) и на Пуэрто-Рико. Также бурение в этом районе океана проводилось с затопленной платформы, поддерживаемой подводными лодками [Белоусов, Силкин, 1964]. Глубоководное бурение проводилось США по программе проекта «МОХОЛ» (Mohole to Mantle) или сокращенно «Мохо». Бурение осуществлялось с борта первого специализированного судна для бурения в океане «Гаусс 1» (CUSS 1) у острова Гуадалупе на глубине около 3 500 м. В 1961–1965 гг. пробурено пять пробных скважин с заглублением в дно до 183 м. Было собрано множество образцов из базальтового слоя, однако мантии не достигли. Проект был закрыт в связи с перерасходом средств [Харин, 1993]. Японская программа включала попытку проникновения на большие глубины земной коры в западной части Тихого океана. Программа Канады включала создание сети сейсмографических станций по территории всей страны, включая Арктику. Программа СССР предусматривала изучение рифтовых зон Индийского и Атлантического океанов в 1964–1969 гг. и характерных структур краевых частей ложа и переходной зоны Тихого океана в его западной части в конце 1970 — начале 1971 г. [Международный геодинамический проект..., 1976].

В рамках «Проекта верхней мантии» НИС «Витязь» осуществило пять рейсов (36-й, 41-й, 42-й, 47-й и 49-й) в период 1964–1971 гг. Впервые осуществлён полный комплекс геолого-геофизических исследований тектонических зон Индийского океана, испытан первый отечественный измеритель геотермического градиента в донных осадках (ТГД-65). Эти и полученные позднее результаты легли в основу нового направления — изучения теплового потока, идущего со дна океана. Затем было проведено геолого-геофизическое изучение дна западной части Тихого океана, получены данные о структуре осадочной толщи глубоководных желобов. В 41-м рейсе работы проводились совместно с НИС «Академик Курчатов» [Отчёт о работах в 36..., 1966; Отчёт о работах в 41..., 1967; Отчёт о работах в 42..., 1967; Отчёт о работах в 49..., 1971]. Программа экспедиции предусматривала проведение двух сейсмических экспериментов по изучению глубинного строения земной коры и верхней мантии, а также по исследованию феномена анизотропии и пород верхней мантии на полигоне в 120 миль к югу от подводного хребта Маркус-Неккер [Удинцев, 2009]. Также в работах участвовали суда «Махи» (Гавайский университет, США) и «Хакухо-мару» (Токийский университет, Япония) [Отчёт о работах в 49..., 1971]. Кроме того, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР осуществил экспедиции в район Курильских островов и Камчатки. Получены первые представления о глубинном строении этого района, мощности, внутреннем строении земной коры и верхней мантии.

С 1971 г. продолжением «Проекта верхней мантии» стал **Международный геодинамический проект (МГДП, The Geodynamic Project)**, работы по которому проводились в период 1971–1981 гг. Программа включала в себя комплекс исследований движений и деформаций земной коры, в том числе изучение физических свойств земных недр, процессов формирования полезных ископаемых, исследование медленных вековых колебаний суши и моря, расположение океанов и континентов в прошлом, развитие рифтовых структур континентов и океанов. Первые два года заняли разработка программ и проведение подготовительных организационных мероприятий, 1973–1978 гг. — активные исследования, а 1979 г. — подведение итогов. Исследования проводили 10 рабочих групп. Участвовали 50 стран: США, СССР, Япония, Аргентина, ЮАР, Канада, Исландия, Венгрия, Индия, ФРГ, Боливия, Нидерланды, Австралия, Австрия, Бельгия, Ботсвана, Бразилия, Чили, Колумбия, Чехословакия, Эквадор и другие [[Международный геодинамический проект...](#), 1976]. Программа включала работы по проекту океанского бурения (IPOD, International phase of ocean drilling). На советских судах проводились детальные полигонные исследования мест предполагаемого бурения. Построены глубинные разрезы земной коры и верхней мантии на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. Работа направлена на решение фундаментальной проблемы глубинного строения активных континентальных окраин Дальнего Востока, которые характеризуются высокой сейсмичностью, вулканизмом и природными катаклизмами [[Международный геодинамический проект...](#), 1976; [Удинцев, 2009](#)]. Советская программа включала изучение рельефа и строения дна мест скважин глубоководного бурения в Охотском море. Были проведены экспедиции на НИС «Витязь» (53-й рейс), НИС «Дмитрий Менделеев» (13-й и 17-й рейсы) Института океанологии АН СССР (ИО АН СССР), НИС «Пегас» Сахалинского научно-исследовательского института (СахНИИ) и Тихоокеанская экспедиция Научно-производственного объединения «Южморгео» Министерства геологии СССР [[Удинцев, 2009](#)].

В результате работ на НИС «Витязь» установлены связи формирования осадочных впадин с субдукционными зонами и астеносферными диапирами, определяющая роль астеносферных расплавов, насыщенных флюидами, в формировании полезных ископаемых островных дуг [[Отчёт о работах в 53...](#), 1972]. НИС «Заря» в 1975 г. совершило 16-й рейс по программе МГДП. Проводились геомагнитные и гравиметрические измерения в Средиземном и Чёрном морях и северо-восточной части Атлантического океана [[Морские геомагнитные исследования...](#), 1986]. В 1976–1977 гг. на НИС «Пегас» проведена геолого-геофизическая съёмка при помощи непрерывного одноканального сейсмопрофилирования методом отражённых волн, промер и гравимагнитные наблюдения на протяжении Курило-Камчатского жёлоба с выходами профилей в Охотское и Берингово моря и ложе северо-западной части Тихого океана [[Научно-информационный отчет...](#), 1977].

В 1965–1976 гг. проведены исследования мощного тёплого течения Куроисио в его многолетнем режиме по программе Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО «**Совместные исследования Куроисио и прилегающих районов**» (СИК, **The Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions (CSK)**). Программа охватывала обширную акваторию в западной и северо-западных частях Тихого океана. Её участниками стали Япония, СССР, США, Великобритания (Гонконг), Филиппины, Таиланд, Вьетнам, Франция, Республика Корея, Республика Сингапур, Китайская Народная Республика и другие. Программа включала совместные систематические гидрофизические, гидрохимические и биологические исследования течения Куроисио. Наиболее значимые исследования были проведены Японией и СССР на определённых разрезах (табл. 2). Японскими судами выполнено примерно 6 500 станций,

а советскими — около 4 000 [Summary of Data Received..., 1977]. Ученые Японии проводили систематические наблюдения за течениями, используя электромагнитный способ измерения течений на разрезах: 151° в. д., 43–30° с. ш.; 142–150° в. д., 43° с. ш.; 144° в. д., 43–30° с. ш.; 142° в. д., 41–30° с. ш.; 142° в. д., 30–20° с. ш.; 133° в. д., 32–21° с. ш.; 133° в. д., 21–01° с. ш. и других [Reports on the USSR..., 1965]. По программе СИК от СССР работы проводились на 19 судах различного водоизмещения: НИС «Ю. М. Шокальский», НИС «Академик Королёв», НИС «Академик Ширшов», э/с «Ульяна Громова», э/с «Жемчуг», НИС «Витязь», эос «Г. Невельской», срт «Орлик», э/с «Искатель», э/с «Учёный», НИС «Прилив», НИС «А. И. Воейков», СРТМ 8-459, НИС «Океан», НИС «Волна», э/с «Таманго», э/с «Пелаида», э/с «Сескарь» [Summary of Data Received..., 1977].

Таблица 2

Сводная таблица районов работ (разрезов) советских судов, работавших по программе СИК, 1965–1977 гг. [Reports on the USSR..., 1965]

№ п/п	№ разреза	Долгота, ° в. д.	Широта, ° с. ш.
1	3	145	42–34
2	5	149	43–34
3	8	153	до 20
4	9	155	до 20
5	10	130	до 20
6	11	135	до 20
7	12	138	до 20
8	15	145	34–20
9	16	149	34–20

По плану совместных исследовательских работ в 1965–1968 гг. СССР проведены сезонные океанографические съёмки течения и многосуточные станции с наблюдениями за гидрологическими и гидрохимическими параметрами. В 1965 г. проведена экспедиция на НИС «Ю. М. Шокальский», э/с «Жемчуг» Министерства рыбной промышленности СССР, э/с «Ульяна Громова» (руководитель А. М. Муромцев). В 1966–1967 гг. съёмку проводили: НИС «Ю. М. Шокальский», НИС «А. И. Воейков» ДВНИГМИ, НИС «Витязь» ИО АН СССР, срт «Орлик» Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии, эос «Г. Невельской» Гидрографической службы Тихоокеанского флота. Работы проводились в районе между 43–20° с. ш., 138–149° в. д. и 43–30° с. ш., 150–155° в. д. [Кун и др., 1969].

Активное участие в программе СИК (изучение перспективных для отечественного промысла районов в северо- и юго-восточной, юго-западной частях Тихого океана, зоне тропиков и тихоокеанском секторе Антарктики) принимали суда ТИНРО. Особый интерес представляют результаты по гидрологии северо-западной части Тихого океана — проблеме субарктического фронта. Получена оценка изученности фронта, на основе гидрологических и гидрохимических данных рассмотрена его структура, процессы, протекающие во фронтальной зоне, сезонные и межгодовые изменения положения фронта. Установлена связь между пространственным положением оси Куроисио и его интенсивностью, определена периодичность её пространственных флюктуаций (7,5 года) и влияние интенсивности течения на формирование водных масс. Впервые рассчитаны глубины изотермических слоёв для наиболее показательных месяцев каждого сезона и для частей течения [Хен, Мороз, 2005].

НИС «Витязь» по программе СИК работало в 38-м рейсе, в котором впервые автономные буйковые станции размещали группами и оставляли на несколько суток. Полученные данные стали основой для составления гидрометеорологических и рыбопромысловых

прогнозов, решения проблемы колебания биомассы планктона и запасов пелагических рыб [Отчёт о работах в 38..., 1965]. На основе работ НИС «Витязь» по вопросам экваториальных течений впервые обнаружена многослойная структура течений: в ней отчётливо прослеживалось экваториальное подповерхностное противотечение — течение Кромвелла [Отчёт о работах в 47..., 1970].

В 1974–1979 гг. проводился **Международный крупномасштабный океанический динамический эксперимент «ПОЛИМОДЕ»** (The Ocean Dynamics Experiment «POLYMODE»), который являлся продолжением советской гидрофизической программы (эксперимента) «ПОЛИГОН — 70» (1970 г.) и американской программы «МОДЕ» (Mid-Ocean Dynamics Experiment, 1973 г.). В результате в центральной части Атлантического океана впервые обнаружены и описаны мощные подводные вихри. Самые масштабные исследования проведены США и СССР. Приняли участие девять судов от СССР и девять — от США. Кроме того, в эксперименте приняли участие Франция, Англия, Канада, ФРГ и другие страны. Полигоном для его проведения выбран Бермудский треугольник — район между Бермудскими и Багамскими островами Атлантического океана. Основная цель — изучение интенсивных вихревых движений в океане на больших пространствах, взаимодействие вихрей между собой, с океанскими течениями и слоями атмосферы.

В СССР подготовка новой программы длилась шесть лет. Научным руководителем работ был член-корреспондент АН СССР А. С. Монин. Учёные СССР проводили исследования, названные синоптико-динамическим экспериментом (СДЭ), на специально выделенном полигоне в области противотечения Гольфстрим в 1977–1978 гг. Сделаны непрерывные измерения скорости и направления течений на разных глубинах на судах: НИС «Академик Курчатов», НИС «Витязь», НИС «Академик Вернадский», НИС «Михаил Ломоносов», ОИС (океанографическое исследовательское судно) «Академик Крылов», ОИС «Молдавия», НИСП (научно-исследовательское судно погоды) «Виктор Бугаев», НИС «Сергей Вавилов» и НИС «Пётр Лебедев» (рис. 3) [Сводный отчёт междуведомственной..., 1979].

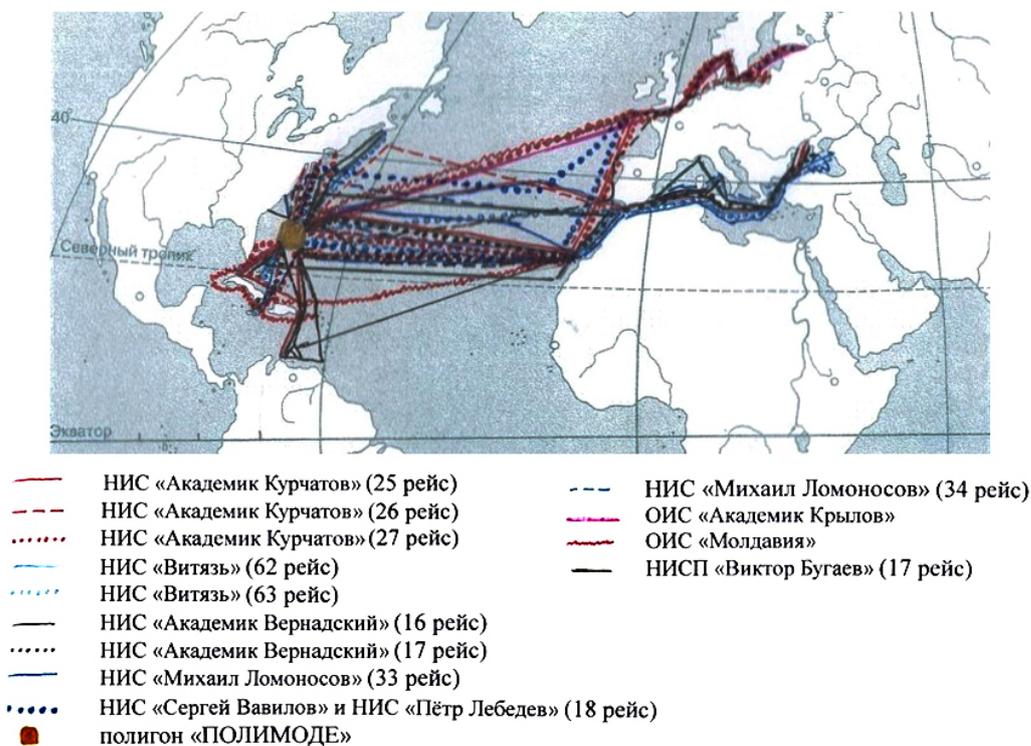


Рис. 3. Карта-схема экспедиций советских научно-исследовательских судов по программе Международного крупномасштабного океанического динамического эксперимента «ПОЛИМОДЕ», 1974–1979 гг. (составлено автором)

Результатом проекта стало обнаружение перемещения с северо-востока на юго-запад нескольких сильных, хорошо сформированных вихрей (до 200 км в диаметре), названных синоптическими вихрями открытого океана, что стало одним из наиболее важных открытий в физической океанологии. По результатам исследований в 1982 г. издана коллективная монография «Синоптические вихри в океане» [Каменкович, Кошляков, Монин, 1982], также с 1978 г. начинает выходить сборник «Известия ПОЛИМОДЕ». Суда других стран проводили систематические гидрофизические съёмки акватории с поперечником порядка 600 км. Корабли США проводили работы с помощью подводных дрейфующих поплавков и другими средствами.

Выводы

Основным результатом работы является обобщение, проведённое на основе научно-исторического анализа обширных материалов, связанных с участием советских научно-исследовательских судов в международных программах по изучению Мирового океана в 1950–1960-х гг. В итоге получены следующие выводы.

Для формирования цельного представления об исследованиях советских судов по международным программам могут быть выделены два этапа:

- этап краткосрочных комплексных исследований (1957–1965 гг.),
- этап длительных, многолетних специализированных исследований (1960–1981 гг.).

Каждый из этапов обладает своими особенностями, характеризуется различными задачами. В основу выделения положены изменения в целях и методах исследования.

Первый этап характеризуется проведением активных краткосрочных (3 года — 5 лет) расширенных комплексных исследований по основным направлениям изучения океана (биологическому, геологическому, гидрологическому и другим). Впервые на регулярной основе получены длительные ряды значений и на основании этих данных систематизированы все наблюдения, сделаны крупные обобщения, составлены новые карты. Измерена максимальная глубина Мирового океана в Марианской впадине, открыто течение Ломоносова. В 1960-х гг. происходит постепенная смена тематики экспедиционных работ, проводятся специализированные исследования с широким комплексом длительных детальных работ.

Второй этап характеризуется длительными (5–10 лет) специализированными работами по определённым тематикам (геологической, геофизической и другим). Полученные материалы позволили выявить закономерности процессов, распространяемых на значительные площади, особенно это проявилось в геологических работах. Также происходит появление новых и развитие существующих направлений исследований (например, таких новых направлений, как изучение теплового потока, идущего со дна океана, исследование магнитного поля). Сделан ряд очень важных для развития океанологии открытий: существование синоптических вихрей открытого океана, изучено строение и развитие структур рифтовых зон, островных дуг и другие. Применены новые методы и оборудование: полигонные исследования, автономные буйковые станции и другие. К началу 1970-х гг. количественный состав научно-исследовательского флота пополнился новыми, более современными, специально построенными большими судами. Флагманом советского научного флота стало НИС «Академик Курчатов».

Советские научно-исследовательские суда приняли самое активное участие в МГТ и МГС. В течение сравнительно небольшого отрезка времени в три года было проведено более 30 экспедиций, выполнено почти 50 % океанографических станций от числа проведённых остальными странами. В остальных проектах количество проведённых станций, по сравнению с другими участниками, не превышает 35 % («Проект верхней мантии») и 25 % (Программа СИК).

Участие в международных проектах по изучению океана и их подготовка способствовали появлению новых методик работ, разработке новых приборов и оборудования и позволили советским учёным развернуть исследования в масштабах открытого океана. Советскими учёными были сделаны выдающиеся открытия в разных направлениях океанологии, получившие признание за рубежом.

Список литературы

1. *Алексеев А. П.* Отечественные исследования в Северо-Европейском бассейне по Программам Полярного и Международного Геофизического годов : к 50-летию начала работ по Программе Международного Геофизического года (1957–1959 гг.) // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 42–44.
2. *Андреев А. О., Дукальская М. В., Фролов С. В.* Страницы истории ААНИИ // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 1 (84). – С. 7–25.
3. Атлас Антарктики / Арктич. и Антарктич. науч.-исслед. ин-т ; редкол.: Толстиков Е. И. (гл. ред.) [и др.]. – Москва ; Ленинград. : Гл. упр. геодезии и картографии, 1966–1969. – 2 т.
4. *Белоусов В. В.* Международное сотрудничество в изучении земного шара // Вестник АН СССР. – 1961. – № 2. – С. 59–63.
5. *Белоусов В. В., Силкин Б. И.* Проект «Верхняя мантия и её влияние на развитие земной коры» // Вестник АН СССР. – 1964. – № 8. – С. 85–89.
6. *Бортников В. С., Белоусов И. М.* Морские геологические исследования в западной части Индийского океана // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО), Азово-Черномор. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии (АзчерНИРО). – Москва, 1968. – Т. 64, вып. 1. – С. 48–64.
7. *Бурков В. А.* Общая циркуляция вод Тихого океана. – Москва : Наука, 1972. – 194 с. – (Тихий океан / АН СССР, Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова ; т. 10).
8. Геолого-геофизический атлас Индийского океана / Междунар. Индоокеан. экспедиция ; редкол.: Г. Б. Удинцев (гл. ред.) [и др.]. – Москва : Наука, 1975. – 151 с.
9. Гидрология Индийского океана / АН СССР, Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова ; отв. ред. В. Г. Корт. – Москва : Наука, 1977. – 157 с.
10. Гидрология Тихого океана / отв. ред. А. Д. Добровольский. – Москва : Наука, 1968. – 524 с. – (Тихий океан / АН СССР, Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова ; т. 2).
11. *Гришин М. Г.* Исследования Морского гидрофизического института в Атлантическом океане в 1955–1979 гг. : дис. ... канд. геогр. наук : 07.00.10. – Севастополь, 2018. – 341 с.
12. *Дерюгин К. К.* Советские океанографические экспедиции. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. – 236 с.
13. *Жеребцов Г. А.* От Международного Геофизического года (МГГ — 1957) — к Международному Гелиофизическому году (ИНУ — 2007) // Труды Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике и Конференция молодых учёных «Современные проблемы в астрофизике и физике космической плазмы» / Ин-т солнеч.-зем. физики Сибир. отд-ния РАН. – Иркутск : ИСЗФ СО РАН, 2007. – С. 3–8.
14. *Зайцев Г. Н.* Океанографические исследования в Норвежском море по планам МГГ — МГС // Труды / Госплан СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО). – Москва, 1962. – Т. 46. – С. 6–12.

15. *Иванов М. М.* Изучение магнитного поля Земли на океанах // Международный геофизический год : информ. бюл. / Междувед. комис. по проведению междунар. геофиз. года при Президиуме Акад. наук СССР. – Москва, 1957. – № 3. – С. 63–67.
16. *Каменкович В. М., Кошляков М. Н., Монин А. С.* Синоптические вихри в океане. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1982. – 264 с.
17. *Корт В. Г.* К итогам Международного геофизического года. Океанография // Международный геофизический год : информ. бюл. / Междувед. комис. по проведению междунар. геофиз. года при Президиуме Акад. наук СССР. – Москва, 1960. – № 8. – С. 26–34.
18. *Корт В. Г.* Океанографические исследования // Международный геофизический год : информ. бюл. / Междувед. комис. по проведению междунар. геофиз. года при Президиуме Акад. наук СССР. – Москва, 1957. – № 3. – С. 37–54.
19. *Краснов В. Н., Балабин В. В.* История научно-исследовательского флота Российской академии наук. – Москва : Наука, 2005. – 257 с.
20. *Кузнецов О. А., Буренин В. В.* Научно-исследовательское судно «Академик Курчатов» и его экспедиции, 1966–1991 гг. – Москва : ВЛАДМО, 2000. – 287 с.
21. *Кун М. С., Гладких Г. Н., Каредин Е. П., Павлычев В. П., Рачков В. И., Стародубцев Е. Г.* Гидрологические условия и биологическая характеристика вод Куроисио // Известия ТИНРО. – 1969. – Т. 68. – С. 3–13.
22. *Магидович И. П., Магидович В. И.* Очерки по истории географических открытий. Т. 5. Новейшие географические открытия и исследования (1917–1985 гг.). – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Просвещение, 1986. – 224 с.
23. Международный геодинамический проект. Советская программа / Междувед. геофиз. ком. АН СССР ; отв. ред.: В. В. Белоусов [и др.]. – Москва : Сов. радио, 1976. – 72 с.
24. Морские геомагнитные исследования на НИС «Заря» / А. М. Карасик, Л. Г. Касьяненко, Б. М. Цуцкарев [и др.] ; отв. ред. В. И. Почтарев. – Москва : Наука, 1986. – 183 с.
25. Научно-информационный отчет Курильской геолого-геофизической экспедиции на НИС «Пегас», III этап, 1976 г. / Сахалин. комплекс. науч.-исслед. ин-т Дальневост. науч. центра АН СССР ; нач. экспедиции: А. Я. Ильев, В. М. Гранник // ДВО РАН. Фонд Ин-та мор. геологии и геофизики. № 2311-Ф. 93 л.
26. Научно-исследовательское судно «Витязь» и его экспедиции, 1949–1979 гг. / А. Д. Добровольский [и др.] ; редкол.: А. С. Монин [и др.]. – Москва : Наука, 1983. – 392 с.
27. Отчёт о работах в 36 рейсе и/с «Витязь», 1965 / Ин-т океанологии АН СССР // Архив Ин-та океанологии РАН. Оп. 7. Д. 57.
28. Отчёт о работах в 38 рейсе и/с «Витязь», 8 декабря 1965 г. – 25 апреля 1966 г. : в 5 т. / Ин-т океанологии АН СССР // Музей Мирового океана. Фонд ММО. №№ 279/1, 279/2, 279/3, 279/4, 279/5.
29. Отчёт о работах в 41 рейсе и/с «Витязь», 1967 / Ин-т океанологии АН СССР // Архив Ин-та океанологии РАН. Оп. 7. Д. 100.
30. Отчёт о работах в 42 рейсе и/с «Витязь», 1967 / Ин-т океанологии АН СССР // Архив Ин-та океанологии РАН. Оп. 7. Д. 102.
31. Отчёт о работах в 47 рейсе и/с «Витязь», 1970 / Ин-т океанологии АН СССР // Музей Мирового океана. Фонд ММО. № 1443/14. 216 л.
32. Отчёт о работах в 49 рейсе и/с «Витязь», 1971 / Ин-т океанологии АН СССР // Архив Ин-та океанологии РАН. Оп. 7. Д. 116.

33. Отчёт о работах в 53 рейсе и/с «Витязь», 1972 / Ин-т океанологии АН СССР // Музей Мирового океана. Фонд ММО. № 279/17. 286 л.
34. Первый глобальный эксперимент ПИГАП. Т. 4. Особенности термодинамики и структуры вод тропической зоны Индийского океана : Результаты обобщения экспедиционных исследований, 1957–1979 гг. / под ред. Е. И. Ластовецкого, Л. И. Степенко. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1982. – 203 с.
35. Сводный отчёт междуведомственной экспедиции ПОЛИМОДЕ (июнь 1977 — октябрь 1978 г.) : сов.-амер. программа ПОЛИМОДЕ / науч. рук. А. С. Монин. – Москва : [б. и.], 1979. – 188 с.
36. Степанчук Ю. В. Вклад учёных НИС «Витязь» в развитие океанологии, 1949–1979 гг. : дис. ... канд. геогр. наук : 07.00.10. – Калининград, 2016. – 151 с.
37. Страницы истории // Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова. Санкт-Петербургское отделение : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – URL: <http://www.spbsoi.ru/rus/general-information/history.html> (дата обращения: 17.03.21).
38. Травин В. И. Научно-промысловые исследования АзЧерНИРО в северо-западной части Индийского океана // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО), Азово-Черномор. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии (АзчерНИРО). – Москва, 1968. – Т. 64, вып. 1. – С. 9–47.
39. Удинцев Г. Б. Магеллановы облака : (очерки истории исследований дна океана). – Санкт-Петербург : Упр. навигации и океанографии М-ва обороны РФ, 2009. – 576 с.
40. Харин Г. С. История глубоководного бурения в океанах : реферат. – Калининград, 1993. – 23 с. – Фонд Музея Мирового океана, № 1125.
41. Хен Г. В., Мороз И. Ф. Океанографические исследования в ТИНРО-Центре // Известия ТИНРО. – Владивосток, 2005. – Т. 141. – С. 297–324.
42. Экспедиционное судно «А. И. Воейков» : отчёт о первом рейсе, 1959 // Госфонд Примор. упр. по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. № 5066. 299 л.
43. Экспедиционное судно «Ю. М. Шокальский» : отчёт о первом рейсе, 1959 // Госфонд Примор. упр. по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. № 5162. 322 л.
44. Oceanographic atlas of the International Indian Ocean Expedition / by K. Wyrтки with the assistance of E. B. Bennett and D. J. Rochford. – Washington : U. S. Government Printing Office, 1971. – 531 p.
45. Reports on the USSR researches for the international programm CSK // CSK Newsletter. – 1965. – No. 2. – P. 8–10.
46. Summary of Data Received and publications as of 31 March 1977 // CSK Newsletter. – 1977. – No. 51. – P. 17–30.

**THE ROLE OF THE SOVIET RESEARCH VESSELS IN INTERNATIONAL
EXPLORATION OF THE WORLD OCEAN (1950-1970)**

Stepanchuk Yu. V.

Museum of the World Ocean Ministry of Culture Russian Federation, Kaliningrad, Russia,

e-mail: nikfor84@mail.ru

Participation of the Soviet vessels in international projects and subsequent results are of a special interest for the history of science. In the 1950s–1970s, large-scale projects on the World Ocean study were carried out. However, information about them is discrete, these materials give no comprehensive vision of the Soviet participation in international projects. The key sources were cruise and survey reports from storages and archives of the institutes which were participants of the projects. Some materials are confidential. Some pieces of information are available in English on UNESCO official webpage. This paper attempts to compare and determine international significance of works made by the Soviet research vessels within the projects on the basis of all published, archival and stock materials. The paper presents an organized generalization on each international project and highlights the most important results. The work is based on an integrated approach because the research is at intersection of academic disciplines.

Keywords: history of oceanography, ocean exploration, international programmes, international cooperation, research vessels.

Сведения об авторе

Степанчук
Юлия
Васильевна

кандидат географических наук, заведующий отделом истории, ФГБУК «Музей
Мирового океана», nikfor84@mail.ru

*Поступила в редакцию 20.01.2021 г.
Принята к публикации 07.04.2021 г.*

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»
КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН**

ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Основан в мае 2016 г.

**Основатель журнала –
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского –
природный заповедник РАН»**

Научное издание

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Сер. ПИ № ФС77-76870 от 11 октября 2019 г.**

Утверждено к печати научно-техническим советом Карадагской научной станция им.
Т.И.Вяземского – природного заповедника РАН – филиалом Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии
южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
(протокол № 3 от 17.06.2021 г.)

Главный редактор: Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук
Заместитель главного редактора: В. И. Мальцев, канд. биол. наук
Технические редакторы: Т. Ю. Горбунова, канд. геогр. наук, О. А. Миронюк

Подписано к печати: 22.06.2021.

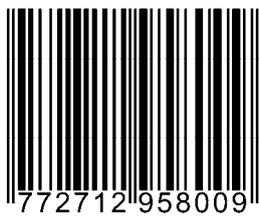
Дата выхода: 30.06.2021.

Формат 60x84/8 Усл. печ. л. 10,9 Тираж: 100 экз.

Распространяется бесплатно.

Отпечатано с оригинал-макета «ИТ «АРИАЛ»
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru

ISSN 2712-9586



9 772712 958009 >