

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ СРЕДИ ЛЬДОВ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ: К 80-ЛЕТИЮ И.А. МЕЛЬНИКОВА

Гебрук А.В., Писарев С.В., Шишкина Н.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва,
Нахимовский проспект, д. 36, e-mail: agbruk@gmail.com*

Статья поступила в редакцию 27.11.2019, одобрена к печати 02.12.2019

Статья посвящена юбилею главного научного сотрудника Института океанологии, д.б.н., Игоря Алексеевича Мельникова. Из 50 лет работы в ИО РАН – четыре десятилетия его научной деятельности посвящены исследованиям в Арктике и Антарктике. Начиная с Международного полярного года в 2007 г. по настоящее время, И.А. Мельников проводит биполярный мониторинг морских водно-ледовых экосистем, подверженных влиянию климатических изменений. Его научные взгляды нашли широкое отражение как в специализированной, так и в периодической печати, а также в выступлениях по радио и телевидению. И.А. Мельников удостоен звания «Почетный Полярник», награжден орденом «Трудового Красного Знамени», а за научные исследования с использованием акваланга подо льдами Арктики и Антарктики удостоен международной премии Гран-при ЮНЕСКО.

Ключевые слова: Игорь Алексеевич Мельников, морской лед, подледные водолазные исследования, Северный полюс, СП-22, СП-23, СП-24, экосистема Арктики, экосистема Антарктики

Научный вклад



Фото 1. И.А. Мельников в своей научной стихии: Северный полюс, апрель 2010.

13 ноября 2019 г. главному научному сотруднику Института океанологии им. П.П. Ширшова д.б.н., Игорю Алексеевичу Мельникову исполнилось 80 лет. И.А. Мельников посвятил четыре десятилетия изучению биологии морских льдов, хорошо известен среди полярных ученых-биологов как в нашей стране, так и за рубежом.

Чтобы представить место и объект исследований, выполняемых Игорем Алексеевичем, немного коснемся истории, тем более, что 26 ноября отмечается 125 летний юбилей И.Д. Панина,

публикации о котором также представлены в этом номере и который несомненно повлиял на судьбу нашего юбиляра.

Северный Ледовитый океан традиционно для россиян был местом испытания мужества, силы духа и жажды познания неизвестного. Среди знаменитых экспедиций особое место занимает дрейф «папанинской четверки» на льдине «Северный Полюс-1». Собранный в этой экспедиции научный материал сыграл чрезвычайно важную роль в формировании представлений о свойствах и динамике водных масс бассейна, его ледового покрова, морской и ледовой биоты и дал толчок к развитию нового направления в полярной океанологии – морского ледоведения. В отечественном ледоведении особое место уделялось исследованиям механических и физических свойств морских льдов, их динамике, составу и распределению в географических масштабах Северного Ледовитого океана. Долгие годы на морской лед смотрели как на механический субстрат, знание свойств которого интересно, прежде всего, для судоходства. Несмотря на то, что в эти же годы в литературе появились первые упоминания о биологических свойствах льдов, буквально до конца 70-х годов в ледоведении устойчиво сохранялся механистический подход к исследованию природы арктического морского ледового покрова.

В учении о биосфере, в разделе, посвящённом особой роли гидросферы на нашей планете, В.И. Вернадский выделил три основных сгущения живого в океанах: планктон, бентос и саргассовые «моря». Обсуждая далее их биогеохимические и концентрационные функции, он отметил важную роль этих сгущений в концентрировании и переносе веществ в океане. Особое место он отводил биогеохимической функции живого в образовании донных осадков. В то время, когда формировалось его представление о биосфере, знание о морских льдах как о биологическом компоненте планеты были очень скудны. В настоящее время, благодаря исследованиям И.А. Мельникова, накопился большой фактический материал о биологии морских арктических льдов, и теперь есть все основания рассматривать их с позиции как мощное сгущение жизни планетарного масштаба с характерными проявлениями биогеохимических и концентрационных функций. Это дает основание снова поднять вопрос о признании нового класса водных сообществ – обитателей льда наравне с основными классами водных биоценозов (бентосом, планктоном и нейстоном).

Учитывая специфичность морского ледового субстрата и населяющих его организмов, устойчивость связей между ними в экосистеме, а также принимая во внимание планетарный масштаб этого природного феномена, И.А. Мельников предложил выделить сообщества, населяющие арктические морские льды, в самостоятельный класс водных сообществ и дать ему название крион (от греческого *kryos* – лед, холод, мороз и *ontos* существующий), то есть существующий во льду или связанный со льдом, а пространству, занятому морскими льдами, и его населению – криаль. Говоря здесь о достоинствах работ И.А. Мельникова, следует подчеркнуть существенный вклад его исследований в биологическую океанологию. Помимо высокой теоретической значимости исследований И.А. Мельникова, со-

стоящих в том, что они несут новые знания о слабо изученном предмете биологической океанологии, расширяя тем самым наши представления о биосфере, эти исследования имеют и несомненную практическую ценность. Она заключается в том, что знание закономерностей функционирования экосистемы льда дают новые возможности использовать данные для составления прогнозов о поведении ледовых сообществ при антропогенном воздействии на арктическую биоту, для расчетов поведения карбонатной системы в пограничном слое вода–лед–атмосфера, для прогнозирования времени и места вскрытия ледового покрова при таянии, для решения ряда климатических задач с учетом антропогенного фактора и др. Здесь первым существенным вкладом в биологическую океанологию явилась монография Игоря Алексеевича Мельникова, вышедшая в 1989 г. под названием «Экосистема арктического морского льда», изданная позднее за рубежом («The Arctic sea ice ecosystem», 1997). Это по сути дела, первый в мировой океанологической практике труд, посвященный всестороннему исследованию биологии морских арктических льдов. Впервые морской лед рассмотрен не как механический, а биологический, «живой» субстрат. Полагаясь на собственные материалы, полученные им на дрейфующих станциях СП-22, СП-23 и СП-24 в 1975–1981 гг., И.А. Мельников рассматривает морской арктический ледовый покров как целостную и устойчивую во времени экологическую систему; дает полный анализ пространственно-временных характеристик физической структуры и химического состава морского льда, а также видового состава ледовых организмов; рассматривает экологическую структуру и механизмы, поддерживающие стабильность экосистемы как в пределах толщи льда, так и в географических масштабах океана.

На большом фактическом материале ему удалось убедительно показать, что в центральных районах Северного Ледовитого океана, постоянно занятых мощными многолетними льдами, энергетической основой для функционирования здесь биологических сообществ является органика, накапливаемая в результате фотосинтеза ледовой флорой, в то время как в арктических морях, занятых в основном сезонными льдами, такой основой является органика, продуцируемая фитопланктоном. В этом состоит суть новой концепции, разработанной И.А. Мельниковым, о функционировании сообществ в Северном Ледовитом океане. Полученные им материалы и разработанная концепция послужили основой для написания и защиты докторской диссертации на тему: «Экосистема арктического морского льда». Последующие годы были посвящены исследованию антарктических морских льдов, изучение которых проводилось на континентальной станции им. Г. Арцтовского (о. Кинг-Джордж) в 1986–1988 гг. и в первой научно-исследовательской советско-американской дрейфующей станции в западной части моря Уэдделла в 1991–1992 гг. Во всех экспедициях И.А. Мельников использовал единый подход в изучении морских льдов, включая подледные водолазные сборы с нижней поверхности льда. Начиная с Международного полярного года в 2007 г., И.А. Мельников проводит биполярный мониторинг водно-ледовых экосистем Арктики и Антарктики, подверженных влиянию климатических изменений. В 1981 г. за выдающиеся за-

слуги в проведении научных исследований в Арктике И.А. Мельников удостоивается звания «Почетный Полярник», а за комплексные многолетние исследования полярных областей в 1990 г. награжден орденом «Трудового Красного Знамени». За выдающийся вклад в изучение полярных областей и защиту окружающей среды ему присуждена международная премия Гран-при ЮНЕСКО 1994 г. – фото 2.



Фото 2. Лауреат Международной премии Гран-при Всемирной Конфедерации подводной деятельности (CMAS) под эгидой МОК/ЮНЕСКО в области исследований окружающей среды с использованием водолазной техники ЮНЕСКО–CMAS 1994 г. в области морской среды – российский океанолог И.А. Мельников был выбран из более чем 40 кандидатов за новаторскую работу по изучению жизни подо льдом Северного и Южного полюсов.

В 1988 г. И.А. Мельников – председатель экспертной группы «Экология» Общеакадемической программы «Антарктика» при Президиуме РАН, член рабочей группы «Экология морских льдов» (WG-86 SCOR, 1988–2000) и группы специалистов по экологии Южного океана (SCAR, 1990–1992), сопредседатель российско-американской программы RAISE по изучению Арктики (1996–2005), член Американского Геофизического союза (AGU, 1992–настоящее время) и академик Международной Академии Информатизации ООН (1996–настоящее время). Им опубликовано более 150 научных работ по различным вопросам морской криобиологии, он является со-редактором сборника «Биология Центрального Арктического бассейна» (1980) и издания «Труды академика П.П. Ширшова» (1982). Монография «Экосистема арктического морского льда» (1989), изданная за рубежом «The Arctic sea ice ecosystem», (1997), по сути дела, первый в мировой океанологической практике труд, посвященный всестороннему исследованию биологии морских арктических льдов.

Заметки из истории «ледовой жизни»

В Лаборатории бентоса давно известна одна история про Игоря Алексеевича, которая со слов Олега Борисовича Мокиевского, известного водолаза-исследователя литорали Белого моря, выглядела так: однажды к нему пришел некто, который наглым образом заявил, что он хотел бы быть советским Жаком Кусто в Институте океанологии – ни больше, не меньше! Олег Борисович, много повидавший на своем веку, смог вымолвить только одну фразу: «Может быть, сначала вы поработаете лаборантом, по случаю освободившегося места, в связи с уходом лаборантки в декретный отпуск?» Выбор, конечно, мог быть только «да», чувствуя наперед, что рано или поздно водолазное дело когда-нибудь проявит себя. Предчувствия были не напрасны: спустя три десятилетия, судьба их свела в Париже, когда он получал гран-при Всемирной Подводной Организации, основанной Ж.-И. Кусто, за водолазные научные исследования подо льдами Арктики и Антарктики. С тех пор, за 50 лет работы в Институте, он прошел путь от лаборанта до главного научного сотрудника. Первые годы работы в Лаборатории бентоса, в которую он вошел с гитарой и знаниями по органической химии, были временем поиска пути для реализации своих музыкальных и иных способностей среди научных мужей, занятых изучением червей, асцидий, голотурий и прочих тварей дна морского. Все было необычно и интересно: солидные люди, необычные животные, рассказы об экспедициях и пр. С чего начать? Руководство лаборатории предложило Игорю поработать рисовальщиком беспозвоночных и для эксперимента дали ему первое задание: изобразить беспозвоночное животное в его естественной среде обитания. В качестве объекта был выбран одностворчатый моллюск, створка которого по форме напоминала вьетнамскую шляпу, а размеры несоизмеримы с размерами камня, на котором моллюск был обнаружен. Рисунок был выполнен и представлен на экспертизу академику Л.А. Зенкевичу. За чайным столом лаборатории Лев Александрович в присутствии своих коллег, рассматривая произведение лаборанта, медленно спокойно без улыбки оценил «шедевр» так: «Мне кажется, что из-за этого шатра вот-вот выскочит улан на коне с пикой и перебьет нас всех к чертовой матери!» Взрыв хохота сотрудников бентоса был невероятный! Карьера художника-анималиста для Игоря была обречена на провал, вследствие чего ему пришлось переквалифицироваться... в водолазы, тем более, что случай подвернулся сам собой.

60-е годы прошлого столетия – время активного проникновения людей в водную среду. Акваланг Ганьяна-Кусто открыл человеку возможность не только любоваться красотой подводного мира, но и изучать этот восхитительный «мир без солнца». В разных странах стали создаваться подводные клубы, строятся дома-лаборатории с целью проведения продолжительных научных исследований под водой. Институт океанологии шел в ногу со временем и построил подводную лабораторию «Черномор», которая в августе 1968 г. была установлена в Геленджикской бухте на глубине 20 м. Лаборатория бентос включилась в этот эксперимент и Игорь-водолаз провел четверо суток на этой глубине, занимаясь наблюдениями за донной фауной.

Конечно, Игорь понимал, что все, связанное с аквалангом, – это прекрасно, но где его место в науке, которая его окружала, кто он в этом мире медуз, офиур, пеннатулярий и прочих тварей, как приложить свои знания химика-органика к этому новому для него миру науке. К счастью, по инициативе Л.А. Зенкевича в Лаборатории бентоса была организована группа по изучению трансформации органического вещества в донных осадках. Научная тема оказалась довольно близкой к образованию Игоря Алексеевича и он с энтузиазмом включился в экспедиционные работы на научно-исследовательских судах Института океанологии им. П.П. Ширшова – «Витязь», «Академик Курчатов», «Дмитрий Менделеев». Собранные им материалы в Тихом и Атлантическом океанах легли в основу его кандидатской диссертации «Органические компоненты океанического сестона», которую он защитил в марте 1975 г. Поразительно, спустя два месяца, – в мае 1975 г. он оказался на дрейфующей станции «Северный полюс–22» в Центральном Арктическом бассейне в точке Полюса Относительной Недоступности. С этого момента начинается, как нам кажется, его настоящая научная биография. Но, прежде чем рассказать об этой метаморфозе, нужно рассказать о том, на том, что же явилось причиной смены декораций.

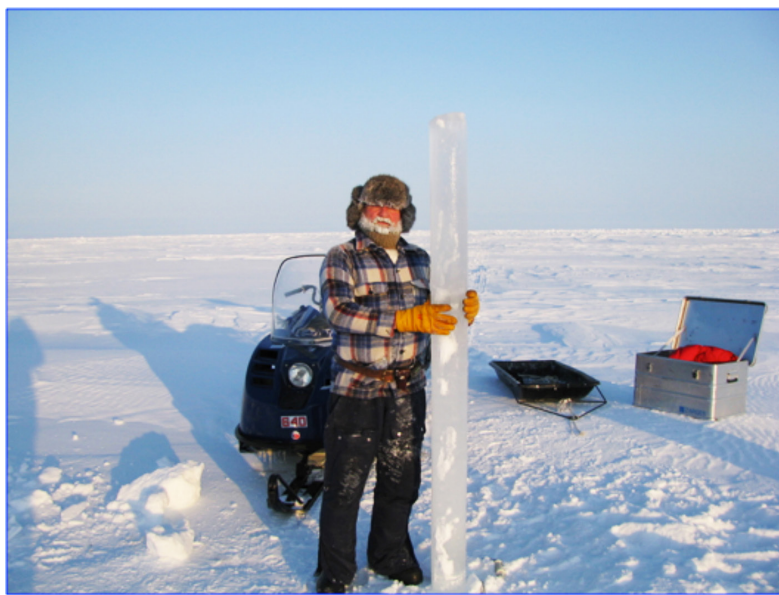


Фото 3. Выбуренный ледовый керн в районе Северного полюса несет информацию с видовом составе микроорганизмов, развивающихся в его толще, а также о его физико-химических характеристиках. («Барнео», апрель 2007 г.)

Как рассказывает сам Игорь, во всем виноваты четыре персоны: Никита Хрущев, Миша Циммерман, полковник Дубов и Иван Папанин. Первый написал свои воспоминания, которые были изданы за кордоном, а в СССР считались крамолой. Второй, будучи одесским иммигрантом и, проживая на Гавайях, подарил эти воспоминания Игорю Алексеевичу и трем его сотоварищам, когда НИС «Дмитрий Менделеев» заходил в Гонолулу. Третий – сотрудник КГБ, который по рапорту одного из сотоварищей, закрыл Игорю визу и сделал его «не выездным». Ну, а последний – отец и благодетель всех советских полярников – И.Д. Папанин, «сослал» Иго-

ря заниматься наукой в высокие арктические широты, куда виза не требовалась. Так сложилась дальнейшая научная судьба нашего юбиляра.

Выступая на Ученом Совете Института океанологии, посвященном 50-летней научной деятельности 27.11.2019 г., И.А. Мельников, критически оценивая свои исследования, специально обратил внимание на ряд вопросов, которые еще не удалось решить и, особенно, в современных условиях глобального изменения климата. Несомненно, что при изучении такой сложной многофункциональной системы, какой является морской ледовый покров Арктики и Антарктики, невозможно охватить все элементы этого сложного природного комплекса. В исследованиях И.А. Мельникова поставлено много интересных экологических задач, связанных с изучением природы морских льдов, решение которых предстоит новому молодому поколению отечественных океанологов.

Коллектив Института океанологии сердечно поздравляет И.А. Мельникова с юбилеем и наградой – медалью за заслуги в Океанологии и желает ему дальнейших творческих успехов.

Избранные публикации

- Мельников И.А.* Экосистема арктического дрейфующего льда / Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 1980. С. 61–97.
- Мельников И.А.* Подледные гидробиологические наблюдения в Центральной Арктике // Сб. работ Института биологии моря ДВНЦ АН СССР. 1982. № 25. С. 68–73.
- Мельников И.А.* Об особенностях распределения и поведения некоторых видов криопелагической фауны под дрейфующими льдами в Арктике // Зоол. Журнал. Том. 63. № 1. 1984. С. 16–21.
- Мельников И.А.* Об условиях обитания ледовой флоры в Центральном Арктическом бассейне // Сб. Проблемы Арктики и Антарктики. 62. 1986. С. 59–62.
- Мельников И.А., Бондарчук Л.Л.* К экологии массовых скоплений колониальных диатомовых водорослей под арктическим дрейфующим льдом // Океанология. 1987. Том 27. № 2. С. 317–321.
- Мельников И.А.* Экосистема арктического морского льда. М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР, 1989. 191 с.
- Мельников И.А.* Экосистемы морских льдов Антарктики: сравнительный анализ // В сб. Арктика и Антарктика. М: Наука, 2003. Том 2. № 36. С. 149–164.
- Мельников И.А., Гогорев Р.М.* Криобиологические характеристики морского льда прибрежной зоны Антарктики / Природные процессы в полярных областях Земли. 2008. Том. 3. Ч. 2. С. 226–233.
- Мельников И.А., Чернова Н.В.* Характеристика подледных скоплений сайки *Boreogadus saida* (Candidae) в Центральном Арктическом бассейне // Вопросы ихтиологии. 2013. Том. 53. № 1. С. 22–30.
- Мельников И.А., Семенова Т.Н.* Характеристика криопелагической фауны современного морского ледового покрова центрального Арктического бассейна // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 4 (98). С. 14–24.
- Мельников И.А.* Мониторинг водно-ледовой экосистемы фьорда Нелла в период работ российской антарктической экспедиции // Океанологические исследования. 2018.

Гебрук А.В., Писарев С.В., Шишкина Н.А.

- Том 46. № 1. С. 123–127. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2018.46(1).10.
- Мельников И.А.* Характеристика биоразнообразия современного морского льда в районе Северного полюса // Доклады Академии наук. 2018. Том. 480. № 5. С. 596–600. DOI: 10.7868/S0869565218050201.
- Melnikov I.A.* Ecology of Arctic Ocean cryopelagic fauna. In: Herman I (Ed.) The Arctic seas: climatology, oceanography, geology and biology. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 1989. P. 235–255.
- Melnikov I.A.* An in situ experimental study of young sea ice formation on Antarctic lead // J. Geoph. Res. 1995. 100(C3). P. 4673–4680.
- Melnikov I.A.* Winter production of sea ice algae in the western Weddell Sea // J. of Mar. Systems. 1998. Vol. 17. P. 195–205.
- Menshenina L.L., Melnikov I.A.* Under-ice zooplankton of the western Weddell sea. Proc.NIPR Symp. // Polar Biology. 1995. No. 8. P. 126–138.
- Melnikov I.A., Spiridonov V.V.* Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana (Crustacea Euphausiacea) under perennial sea ice in the western Weddell Sea // Antarctic Science. 1996. No. 8(4). P. 323–329.
- Melnikov I.A.* The Arctic Sea Ice Ecosystem. Gordon and Breach, Amsterdam: 1997. 204 p.
- Melnikov I.A., Kolosova L.G., Welch H.E., Zhitina L.S.* Sea ice biological communities and nutrient dynamics in the Canadian Basin of the Arctic Ocean // Deep-Sea Research. 2002. Vol. 1. No. 49. P. 1623–1649.
- Melnikov I.A.* Sea Ice Export in Fram Strait as an indicator of climate change in the Arctic, In: Proceedings of NATO Advanced Research Workshop Regarding Joint International Scientific Observation Facility on Jan Mayen Island, Bodo, Norway, October 2003 (ed. Stig Stresklet), Springer. 2004.
- Melnikov I.A.* Recent sea ice ecosystem in the Central Arctic Ocean: a review. In: J.Ninoull and A.Kosianoi (eds.) «Influence of Climatic Change on Changing Arctic and Subarctic Conditions», Springer Verlag. 2009. P. 57–71.
- Bluhm B.A., Hop H., Melnikov I.A., Vihtakari M., et al.* Sea ice meiofauna distribution on local to pan-Arctic scales // Ecol. Evol. 2018. P. 1–15. <https://doi.org/10.1002/ece3.3797>.

SCIENTIFIC LIFE AMONG THE ARCTIC AND ANTARCTIC SEA ICE: TO THE 80TH ANNIVERSARY OF I.A. MELNIKOVA

Gebruk A.V., Pisarev S.V., Shishkina N.A.

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36 Nahimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia, e-mail: agbruk@gmail.com
Submitted 27.11.2019, accepted 02.12.2019*

The article is dedicated to the anniversary of Igor Alekseevich Melnikov, chief researcher at the Institute of Oceanology, Doctor of Biological Sciences. Out of 50 years of work at the Institute of IO RAS, four decades of his scientific activity are devoted to research in the Arctic and Antarctic. Starting from the International Polar Year in 2007 to the present, I.A. Melnikov conducts bipolar monitoring of marine water-ice ecosystems that are affected by climate change. His scientific views were widely reflected in both the specialized and periodicals, as well as in radio and television appearances. I.A. Melnikov was awarded the title “Honorable Polar Explorer”, awarded the Order of the “Trudovogo Krasnogo Znameny”, and for scientific research using scuba gear under the ice of the Arctic and Antarctic, he was awarded the UNESCO International Grand Prix.

Keywords: Igor Alekseevich Melnikov, sea ice, ice diving research, North Pole, SP-22, SP-23, SP-24, Arctic ecosystem, Antarctic ecosystem

Featured Publications

- Bluhm B.A., Hop H., Melnikov I.A., Vihtakari M., et al. Sea ice meiofauna distribution on local to pan-Arctic scales. *Ecol Evol.* 2018, pp. 1–15, <https://doi.org/10.1002/ece3.3797>.
- Melnikov I.A. Ekosistema arkticheskogo dreyfuyushchego lda. Vinogradov M.E., Melnikov I.A. (Eds) *Biologiya Tsentralnogo Arkticheskogo basseyna*. Moscow: Nauka, 1980, pp. 61–97.
- Melnikov I.A. Podlednyye gidrobiologicheskiye nablyudeniya v Tsentralnoy Arktike. Sb. rabot Instituta biologii morya DVNTs AN SSSR, No. 25, 1982, pp. 68–73.
- Melnikov I.A. Ob osobennostyakh raspredeleniya i povedeniya nekotorykh vidov kriopelagicheskoy fauny pod dreyfuyushchimi ldami v Arktike. *Zool. Zhurnal.* Vol. 63, No. 1, 1984, pp. 16–21.
- Melnikov I.A. Ob usloviyakh obitaniya ledovoy flory v Tsentralnom Arkticheskom basseyne. Sb. *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 1986, Vol. 62, pp. 59–62.
- Melnikov I.A. and Bondarchuk L.L. K ekologii massovykh skopleniy kolonialnykh diatomovykh vodorosley pod arkticheskim dreyfuyushchim ldom. *Okeanologiya.* 1987, Vol. 27, No. 2, pp. 317–321.
- Melnikov I.A. Ekosistema arkticheskogo morskogo lda. M. Institut okeanologii im. P.P. Shirshova AN SSSR, 1989, 191 p.
- Melnikov I.A. Ekosistemy morskikh ldov Antarktiki: sravnitelnyy analiz. V sb. *Arktika i Antarktika*. M: Nauka, 2003, Vol. 2, No. 36, pp. 149–164.
- Melnikov I.A. and Gogorev R.M. Kriobiologicheskiye kharakteristiki morskogo lda pribrezhnoy zony Antarktiki. Prirodnyye protsessy v polyarnykh oblastiakh Zemli. 2008, Vol. 3, Ch. 2, pp. 226–233.
- Melnikov I.A. and Chernova N.V. Kharakteristika podlednykh skopleniy sayki *Boreogadus* saida (Cadidae) v Tsentralnom Arkticheskom basseyne. *Voprosy ikhtiologii*, 2013, Vol. 53, No. 1, pp. 22–30.
- Melnikov I.A. and Semenova T.N. Kharakteristika kriopelagicheskoy fauny sovremennogo morskogo ledovogo pokrova tsentralnogo Arkticheskogo basseyna. *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 2013, No. 4 (98), pp. 14–24.
- Melnikov I.A. Monitoring vodno-ledovoy ekosistemy forda Nella v period rabot rossiyskoy? antarkticheskoy? ekspeditsii. *Okeanologicheskiye issledovaniya.* 2018, Vol 46, No. 1, pp. 123–127. doi: 10.29006/1564-2291.JOR-2018.46(1).10.
- Melnikov I.A. Kharakteristika bioraznoobraziya sovremennogo morskogo lda v rayone Severnogo polyusa. *Doklady Akademii nauk.* 2018, Vol. 480, No. 5, pp. 596–600. doi: 10.7868/S0869565218050201.
- Melnikov I.A. Ecology of Arctic Ocean cryopelagic fauna. In: Herman I (Ed.) *The Arctic seas: climatology, oceanography, geology and biology*. Van Nostrand Reinhold, New York: 1989, pp. 235–255.
- Melnikov I.A. An in situ experimental study of young sea ice formation on Antarctic lead. *J. Geoph. Res.* 1995, Vol. 100(C3), pp. 4673–4680.
- Melnikov I.A. Winter production of sea ice algae in the western Weddell Sea. *J. of Mar. Systems*, 1998, Vol. 17. pp. 195–205.
- Menshenina L.L. and Melnikov I.A. Under-ice zooplankton of the western Weddell sea. Proc. NIPR Symp. *Polar Biology*, 1995, No. 8, pp. 126–138.

Гебрук А.В., Писарев С.В., Шишкина Н.А.

Melnikov I.A. and Spiridonov V.V. Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana (Crustacea Euphausiacea) under perennial sea ice in the western Weddell Sea. *Antarctic Science*, 1996, No. 8(4), pp. 323–329

Melnikov I.A. The Arctic Sea Ice Ecosystem. Gordon and Breach, Amsterdam: 1997, 204 p.

Melnikov I.A., Kolosova L.G., Welch H.E., and Zhitina L.S. Sea ice biological communities and nutrient dynamics in the Canadian Basin of the Arctic Ocean. *Deep-Sea Research*, 2002, Vol. 1, No. 49, pp. 1623–1649.

Melnikov I.A. Sea Ice Export in Fram Strait as an indicator of climate change in the Arctic, In: Proceedings of NATO Advanced Research Workshop Regarding Joint International Scientific Observation Facility on Jan Mayen Island, Bodoe, Norway, October 2003 (ed. Stig Stresklet), Springer Verlag, 2004.

Melnikov I.A. Recent sea ice ecosystem in the Central Arctic Ocean: a review. In: J.Ninoull and A.Kosianoï (eds.) «Influence of Climatic Change on Changing Arctic and Subarctic Conditions», Springer, 2009. pp. 57–71.