

Polar Geophysical Institute
Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences
Murmansk Arctic State University
Murmansk State Technical University
Murmansk Marine Biological Institute RAS



PROCEEDINGS

of The XIX International Scientific Conference
for Students and Postgraduates
“PROBLEMS OF THE ARCTIC REGION”
17 - 18 May 2022, Murmansk, Russia

RESPONSIBLE
GOVERNANCE
FOR A SUSTAINABLE
ARCTIC



2021-2023

ARCTIC COUNCIL
RUSSIA'S CHAIRMANSHIP

Полярный геофизический институт
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр Российской академии наук»
Мурманский арктический государственный университет
Мурманский государственный технический университет
Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук



XIX Международная научная конференция
студентов и аспирантов
«ПРОБЛЕМЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»
Мурманск, 17–18 мая 2022 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ОТВЕТСТВЕННОЕ
УПРАВЛЕНИЕ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ
АРКТИКИ



2021-2023

АРКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ
ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВО РОССИИ

Мурманск
2023

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7

УДК [31 + 33 + 37 + 501 + 502 + 504](98)

ББК Д890(881)я431(0), Е085(881)я431(0), С.я431

Д26

Проблемы Арктического региона: труды XIX Международной научной конференции студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. 108 с.

ISBN 978-5-91137-487-7

Программный комитет конференции

- Матишов Г. Г.** — председатель, академик РАН, профессор, д. г. н., ММБИ РАН, ЮНЦ РАН, Мурманск
Козелов Б. В. — заместитель председателя, д. ф.-м. н., ПГИ, Мурманск
Брейтен Д. — профессор, Канзасский университет, Лоренс, США
Демидов В. И. — профессор, Университет Западной Вирджинии, Моргантаун, США
Деркач С. Р. — профессор, д. х. н., МГТУ, Мурманск
Жиров В. К. — чл.-корр. РАН, профессор, д. б. н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Козлов Н. Е. — профессор, д. г.-м. н., ГИ КНЦ РАН, Апатиты
Кривовичев С. В. — академик РАН, профессор, д. г.-м. н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Ларичкин Ф. Д. — профессор, д. э. н., ИЭП КНЦ РАН, Апатиты
Макаров М. В. — д. б. н., ММБИ РАН, Мурманск
Маслобоев В. А. — профессор, д. т. н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Оттесен О. Н. — профессор, Университет губернии Нурланд, Будё, Норвегия
Фролов И. Е. — чл.-корр. РАН, профессор, д. г. н., АНИИ, Санкт-Петербург
Шадрина И. М. — доцент, д. пед. н., МАГУ, Мурманск

В сборнике представлены научные статьи по материалам докладов XIX Международной научной конференции студентов и аспирантов «Проблемы Арктического региона». В книгу вошли результаты научной работы студентов и аспирантов различных вузов, научных организаций и их филиалов. Представленные доклады включают исследования, связанные с физическими, химическими, биологическими, медицинскими, экологическими и техническими проблемами, также затронуты вопросы педагогики, экономики и социологии Арктического региона. Материалы печатаются в авторской редакции.

Редакция:

С. М. Черняков
Ю. А. Шаповалова

Адрес оргкомитета конференции:

Полярный геофизический институт,
183010, Россия, Мурманск, ул. Халтурина, 15
E-mail: issc@pgi.ru
Тел: (8152) 253958
Факс: (8152) 253559

<http://pgia.ru/lang/ru/international-problems-of-the-arctic-region/>

Научное издание

Технический редактор: В. Ю. Жиганов

Подписано к печати 09.03.2023. Формат бумаги 60×84 1/8.

Усл. печ. л. 12,56. Заказ № 21. Тираж 100 экз.

ФГБУН КНЦ РАН

184209, г. Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14

ISBN 978-5-91137-487-7

© Полярный геофизический институт, 2023

Polar Geophysical Institute

Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences

Murmansk Arctic State University

Murmansk State Technical University

Murmansk Marine Biological Institute of Russian Academy of Sciences



XIX International Scientific Conference
for Students and Postgraduates
“PROBLEMS OF THE ARCTIC REGION”
17–18 May 2022, Murmansk, Russia

PROCEEDINGS

RESPONSIBLE
GOVERNANCE
FOR A SUSTAINABLE
ARCTIC



2021-2023

ARCTIC COUNCIL
RUSSIA'S CHAIRMANSHIP

Murmansk
2023

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7

UDC [31 + 33 + 37 + 501 + 502 + 504](98)

Steering Committee

Matishov G. G.,	Chairman, Academician of RAS, Professor, D. Sc., MMBI RAS, SSC RAS, Murmansk, Russia
Kozelov B. V.,	Deputy of the Chairman, D. Sc., PGI, Murmansk, Russia
Braaten D.,	Professor, PhD, KU, Lawrence, USA
Demidov V. I.,	Research Professor, PhD, WVU, Morgantown, USA
Derkach S. R.,	Professor, D. Sc., MSTU, Murmansk, Russia
Frolov I. E.,	Corresponding Member of RAS, professor, D. Sc., AARI, St. Petersburg, Russia
Kozlov N. E.,	Professor, D. Sc., GI KSC RAS, Apatity, Russia
Krivovichev S. V.,	Academician of RAS, Professor, D. Sc., FSC KSC RAS, Apatity, Russia
Larichkin F. D.,	Professor, D. Sc., IEP KSC RAS, Apatity, Russia
Makarov M. V.,	D. Sc., MMBI RAS, Murmansk, Russia
Masloboev V. A.,	Professor, D. Sc., FSC KSC RAS, Apatity, Russia
Ottesen O.,	Professor, PhD, UIN, Bodø, Norway
Shadrina I. M.,	Professor, D. Sc., MASU, Murmansk, Russia
Zhirov V. K.,	Corresponding Member of RAS, Professor, D. Sc., FSC KSC RAS, Apatity, Russia

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. 108 p.

The Proceedings contain papers submitted by participants the XIX International Scientific Conference for Students and Post-graduates "Problems of the Arctic Region". The authors are undergraduate and postgraduate students from different institutions of higher education and scientific organizations. The subjects of the presented scientific works include studies related to physical, chemical, biological, medical, environmental, technical problems, as well as studies on the pedagogy, economics and sociology of the Arctic region. Published in the author's edition.

The editors:

S. M. Cherniakov
Yu. A. Shapovalova

Address:

Polar Geophysical Institute
15 Khalturina St., Murmansk, 183010 Russia
E-mail: issc@pgi.ru
Tel.: +7 8152 253958

<http://pgia.ru/lang/en/international-problems-of-the-arctic-region/>

ISBN 978-5-91137-487-7

© Polar Geophysical Institute, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

АРКТИЧЕСКАЯ ГИДРОБИОЛОГИЯ И ИХТИОЛОГИЯ

Березина И. А., Малавенда С. С., Стокальская Е. В., Киселева Е. Е.	Изучение настоящих тюленей как потенциальных объектов промысла и использования в биотехнических системах	9
Сивкова В. П., Харламова М. Н., Прохорова Т. А.	Методические аспекты определения возраста лептоклина пятнистого <i>Leptoclinus maculatus</i> по отолитам	15
Туркевич О. С., Мамонтова О. В.	Результаты исследования эритроцитов <i>Parasalmo mykiss Walbaum</i> с использованием микроядерного тестирования	21
Гарбуль Е. А., Гарбуль А. В., Малавенда С. С.	Современное состояние фауны сипукулид на разрезе Кольский залив–«Кольский меридиан»	25

БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА

Фомин К. Ю.	Влияние мер по защите донных экосистем на промысел в Баренцевом море	32
Залесских К. А.	Воспроизводство сига обыкновенного в Мурманской области	39
Шевелева Е. С., Тюкина О. С.	Расчёт рыбоводного хозяйства на основе установки замкнутого водоснабжения по производству посадочного материала гольца	43
Чечкова Н. А., Мамонтова О. В.	Разнообразие фенотипических свойств возбудителей инфекций <i>Parasalmo mykiss Walbaum</i>	48
Никулина В. Д.	Состояние мурманской популяции промысловой бурой водоросли <i>Fucus vesiculosus</i> в 2021 году	53

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Попова А. Д., Темчура В. О.	Влияние предпосевной обработки семян люпина однолетнего инокулянтном «Ризоторфин» на сообщества азотфиксирующих бактерий в почвах Мурманской области	58
--------------------------------	--	----

ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Снятков А. А.	Арктика – территория развития. Ответные меры на внешние геополитические вызовы	62
Харченко О. С., Тарасов В. А., Черногор Р. А., Гурьевская Л. А.	Формирование здорового образа жизни курсантов Мурманского морского рыбопромышленного колледжа им. И.И. Месяцева в условиях Крайнего Севера	68

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Починок И. О., Лазарева И. М., Ляш О. И.	Программная реализация выявления очагов возникновения природных пожаров на основе ансамбля алгоритмов обработки спутниковых данных	71
Шелегов Г. С., Ляш О. И., Лазарева И. М.	Программная реализация обнаружения начала формирования скоплений льда на реках мурманской области на основе анализа характеристик спутниковых радиолокационных данных	78

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Трошенков В. Е.	25-й солнечный цикл становится выше предсказанной модели	85
-----------------	--	----

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Малашевский Е. Д., Визняк Д. И., Гончаров О. Е., Аллюрова Ю. В.	Изучение потребительских предпочтений и регионального рынка рыбных замороженных полуфабрикатов с обоснованием технологии нового изделия	96
--	---	----

ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Васильева М. О., Амбросова Г. Т.	Исследование системы водоотведения п.Чокурдах Республики Саха (Якутия)	101
-------------------------------------	--	-----

Авторский указатель		108
----------------------------	--	------------

CONTENTS

ARCTIC HYDROBIOLOGY AND ICHTHYOLOGY

Berezina I. A., Malavenda S. S., Stokalskaya E. V., Kiseleva E. E.	The study of real seals as potential objects of hunt and use in biotechnical systems	9
Sivkova V. P., Kharlamova M. N., Prokhorova T. A.	Methodological aspects of the age reading of daubed shanny <i>Leptoclinus maculatus</i> using otoliths	15
Turkevich O. S., Mamontova O. V.	Results of the study of <i>Parasalmo mykiss Walbaum</i> erythrocytes using micronuclear testing	21
Garbul E. A., Garbul A. V., Malavenda S. S.	The current state of the sipunculid fauna on the section Kola Bay—"Kola Meridian"	25

BIORESOURCES AND AQUACULTURE

Fomin K. Yu.	Effect of bottom ecosystem protection measures on fishery in the Barents Sea	32
Zaleskikh K. A.	Reproduction of whitefish in the Murmansk Region	39
Sheveleva E. S., Tyukina O. S.	Calculation of fish farming based on the installation of closed water supply for the production of char planting material	43
Chechkova N. A., Mamontova O. V.	Diversity of phenotypical properties of <i>Parasalmo mykiss Walbaum</i> infectious patents	48
Nikulina V. D.	The state of the Murmansk population of commercial brown algae <i>Fucus vesiculosus</i> in 2021	53

BIOLOGY AND MEDICINE

Popova A. D., Temchura V. O.	The effect of pre-sowing treatment of annual lupine seeds with the inoculant "Rizotorphin" on communities of nitrogen-fixing bacteria in the soils of the Murmansk Region	58
---------------------------------	---	----

HUMANITARIAN AND SOCIAL PROBLEMS

Snyatkov A. A.	The arctic is a territory of development. Responses to external geopolitical challenges	62
Kharchenko O. S., Tarasov V. A., Chernogor R. A., Gurievskaia L. A.	Healthy lifestyle formation of Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College cadets in the Far North conditions	68

INFORMATION TECHNOLOGIES AND MATHEMATICAL METHODS

Pochinok I. O., Lazareva I. M., Lyash O. I.	Software development for the wildfires occurrence detection based on an ensemble of algorithms for satellite data processing	71
Shelegov G. S., Lyash O. I., Lazareva I. M.	Software development for locating the starting of ice congestions on Murmansk Region's rivers based on the features analysis of the satellite radar data	78

PHYSICAL STUDIES

Troshenkov V. E.	The 25 solar cycle become higher than the predicted model	85
------------------	---	----

CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

Malashevskiy E. D., Viznyack D. I., Gonharov O. E., Alloyarova Yu. V.	Research into customer preferences and the regional market of frozen fish semi-finished products with the rationale for the new product technology	96
--	--	----

ECOLOGY OF THE NORTH

Vasilyeva M. O., Ambrosova G. T.	Study of the sewerage scheme of the village Chokurdakh in the Republic of Sakha (Yakutia)	101
-------------------------------------	---	-----

Author index		108
---------------------	--	-----

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 9–14.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 9–14.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.001

УДК: 599.745.31

И. А. Березина¹, С. С. Малавенда², Е. В. Стокальская³, Е. Е. Киселева⁴

¹Мурманский морской рыбопромышленный колледж им. И. И. Мезяцева ФГАОУ ВО «МГТУ», г. Мурманск, Россия

²ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

³ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения РФ, г. Смоленск, Россия

⁴МБОУ Гимназия № 5 г. Мурманска, Россия

irina.berezina.80@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ НАСТОЯЩИХ ТЮЛЕНЕЙ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация

В работе представлены результаты экспериментальных работ по изучению поведения представителей семейства настоящие тюлени в условиях океанариума: оперирование эмпирической мерностью фигур и распознавание сложных звуковых сигналов.

Ключевые слова:

настоящие тюлени, эмпирическая мерность фигур, сложные звуковые сигналы.

I. A. Berezina¹, S. S. Malavenda², E. V. Stokalskaya³, E. E. Kiseleva⁴

¹Murmansk Marine Fishing Industrial College named after I. I. Mesyatsev, FSBEI HPE "MGU", Murmansk, Russia

²Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

³Smolensk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Smolensk, Russia

⁴Gymnasium No. 5 in Murmansk, Russia

irina.berezina.80@mail.ru

THE STUDY OF REAL SEALS AS POTENTIAL OBJECTS OF HUNT AND USE IN BIOTECHNICAL SYSTEMS

Abstract

The paper presents the results of experimental work on the study of the behavior of representatives of the family of real seals in the conditions of the aquarium: operating with empirical dimensionality of figures and recognition of complex sound signals.

Keywords:

real seals, empirical dimensionality of figures, complex sound signals.

Актуальность проблемы. Содержание морских млекопитающих в неволе преследует различные цели: проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, сохранение генофонда редких и исчезающих видов животных. Китообразные и ластоногие используются в зрелищно-цирковых представлениях и в составе биотехнических систем [Морские животные ..., 2011].

Исследования в области оптических и акустических способностей ластоногих важны при решении вопросов их охраны, для рационального ведения промысла, при разработке систем управления их поведением. Разработки в этой области особенно актуальны для российского Севера, так как антропогенная нагрузка на арктические моря год от года возрастает. Увеличение уровня индустриализации влечет за собой повышение нагрузки антропогенных шумов на животный мир: работа корабельных винтов, сейсмоакустического разведывательного оборудования, бурильных установок, прокладка трубопроводов – все это

может негативно сказаться на различных популяциях ластоногих, обитающих в морях Западной Арктики [Попов, 1990]. Звуковые и зрительные раздражители, сопровождающие деятельность человека, способны неблагоприятно воздействовать на поведение животных в природных условиях. Поэтому экспериментальное исследование поведения тюленей может иметь значение и для обоснования мер по охране этого вида.

Цель. Проанализировать данные о запасах морских млекопитающих и выявить закономерности формирования двигательных программ при воздействии зрительных и слуховых раздражителей у представителей семейства настоящие тюлени.

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы проводилась в Мурманском океанариуме в 2015 г., и новая серия начата в 2019 г. и продолжалась до марта 2022 г., планируется продолжение работы.

1) Распознавание зрительных стимулов.

Работа проводилась с использованием методики, предложенной Крушинским Л. В. (1986) [Крушинский, 1986], адаптированной для работы с ластоногими в данных условиях.

В работе применяется стандартная двигательно-пищевая методика. Пищевым подкреплением служит размороженная рыба (целая или резаная на куски в зависимости от ее размера): сельдь, мойва, путассу, ставрида, сайка. Для получения пищевого подкрепления животное должно было выбрать объемную фигуру (коснуться ее носом и удерживать позу несколько секунд до получения команды одобрения или отмены). Критерием формирования навыка и усвоения правила оперирования эмпирической мерностью фигур служило достижение уровня 95 % правильных ответов в двух опытах подряд.

В первой части были использованы две пары фигур: черные и желтые. Во второй части фигуры были розового и голубого цветов.

Сторона предъявления фигур менялась псевдослучайно: не более трех раз подряд с одной стороны фигуры предъявлялись 30 раз за опыт.

2) Распознавание сложных звуковых стимулов.

Эксперименты проводились на двух представителях семейства настоящие тюлени: самце морского зайца и самце гренландского тюленя.

Сложные звуковые сигналы были записаны в виде аудиофайла в компьютер, их произносил один тренер мужчина и одна женщина. Команды машинным голос получены при помощи цифрового генератора программы "WaveLab 3.0". Для воспроизведения звуковых раздражителей применяли усилитель и акустическую систему для музыкального сопровождения представлений в океанариуме.

Результаты экспериментов по изучению эмпирической мерности фигур

Первые серии экспериментов проводили в 2015 г. студентка МГТУ Семенищева Валерия с руководителем дипломной работы Березиной И.А.

Этот эксперимент состоял из двух серий: с использованием фигур черного и желтого цветов (рис. 1).

В тот период с морским зайцем было проведено 9 опытов, с предъявлением ему черной пары фигур и 3 опыта с предъявлением ему желтой пары фигур.

На начальном этапе эксперимента морской заяц выполнял с подсказкой тренера, на 12 повторение уходил с помоста (надоело).

При предъявлении фигур, динамика формирования навыка идет скачкообразно, тюлень пытается угадать логику перемещения фигур (рис. 1).

В целом, поведение морского зайца в океанариуме отличается некоторой медлительностью, иногда даже флегматичностью при выполнении команд, заданных тренером.

После замены фигур чёрного цвета на желтые, количество занятий составило 3 (что не было ограничено условиями и методикой эксперимента).

Учитывая, что в предыдущих занятиях у тюленя сформировалась установка на обучение, смена цвета и формы фигур не вызвала у животного затруднений.

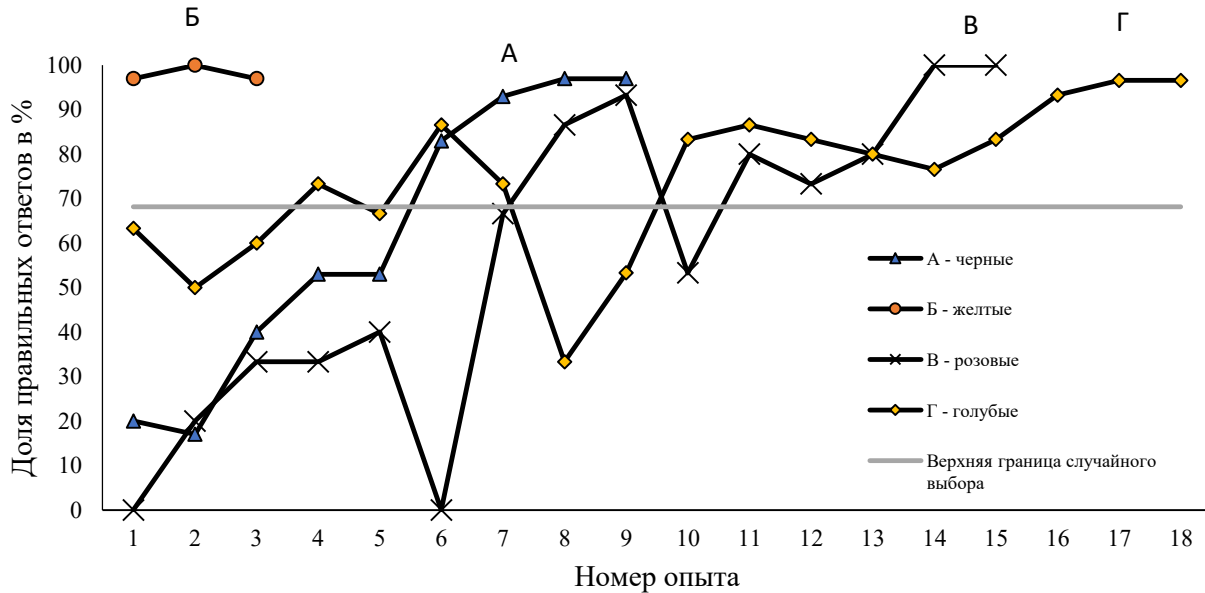


Рис. 1. Динамика формирования навыка оперирования эмпирической мерностью фигур у морского зайца (А – черная пара фигур; Б – желтая пара фигур; В – розовая пара фигур; Г – голубая пара фигур; – верхняя граница случайного выбора (P=0.95)

Fig. 1. Dynamics of the formation of the skill of operating with empirical dimensionality of figures in a sea hare (A – black pair of figures; B – yellow pair of figures; C – pink pair of figures; D – blue pair of figures; – upper bound of random selection (P=0.95)

Спустя 4 года эксперимент был возобновлен и начат с новой пары фигур нового розового цвета, после достижения заданного критерия фигуры были заменены на голубые.

Этап работы с розовыми фигурами занял 16 занятий (рис. 1), а с голубыми 21 занятие. В течении этих занятий все трудности, которые наблюдались у животных ранее (внимание на руки тренера, применение различных стратегий для получения подкрепления), были также отмечены, но данный этап закончился успешно. Основные сложности возникли на этапе работы с голубыми фигурами. Этап был сильно растянут во времени из-за ограничений, наложенных пандемией (рис. 1). После возобновления работы животное основной стратегией для выбора фигур избрало «стратегию 50:50», когда выбирается первая ближе всего расположенная фигура, а также быстрая смена выбранной фигуры, когда выбирается сначала первая висящая фигура и тут же он касается второй фигуры, что условиями эксперимента считается не верным. Также животное очень обращает внимание на тренера, с которым он работает, поэтому старались проводить опыты с одним и тем же тренером, тренер старался убирать свои руки из поля зрения животного.

Из всего рассмотренного ранее можно сделать вывод, что настоящие тюлени хорошо дифференцируют плоские и объемные геометрические фигуры по форме друг от друга, а не

только объемные, как считалось ранее [Березина, 2013]. Также было определено, что форма (а она у всех фигур была разная) не влияет на выбор животного, а влияет именно объем фигуры.

С каждым опытом можно было наблюдать прогресс в выполнении задания.

Проведенные эксперименты показали, что ластоногие способны без предварительного обучения правильно решать задачу: в большинстве случаев выбирать объемную фигуру как фигуру, в которую могло быть вмещено пищевое подкрепление.

Также эти эксперименты подтвердили выводы, сделанные в предыдущих работах [Березина, 2013], о том, что после длительного перерыва в работе у тюленей достаточно быстро восстанавливаются ранее приобретённые навыки.

Сравнивая работу Крушинского 1977 г. [Крушинский, 1977], можно предположить, что показателем степени развития рассудочной деятельности, как у дельфинов, так и у тюленей служит скорость их обучения. В пользу такого мнения говорит большая легкость обучения дельфинов и тюленей различным навыкам: после двух-трех демонстраций сложных заданий животные начинают выполнять требуемое.

Так же уровнем развития интеллекта у животных является успех в решении логических задач. В работе Крушинского, в качестве приманки использовался мяч, т. к. дельфины проявляли весьма высокую заинтересованность игрой с мячом, которая часто доминировала над их пищевой возбудимостью.

А в опытах с тюленями, приманкой служила рыба, это можно связать с тем, что пища в жизни тюленей играет неотъемлемую роль, и вся их тренировка стоит исключительно на двигательном-пищевом подкреплении.

В опытах с дельфинами, выбор происходил без команды тренера, а по появлению фигур в поле зрения, тем самым было время на выбор правильной фигуры (выбор затягивался до 30 с). В данной работе с тюленями, подавалась команда «ищи», которую тюлени выполняли незамедлительно.

Проанализировав работы сотрудников лаборатории морских млекопитающих (ранее лаборатория биотехнических систем) ММБИ РАН по исследованию цветового восприятия [Ишкулов и др., 2013; Войнов и др., 2013] можно выявить общие закономерности. К сожалению, сотрудники лаборатории не имели возможности провести такие работы и с морскими зайцами (они исследовали серых, гренландских тюленей и кольчатых нерп), но их выводы можно с определенной долей вероятности распространить и на морских зайцев. Так они отмечают, что ластоногие способны отличать цветные таблички пяти цветов (красный, синий, желтый, зеленый и голубой) друг от друга и от монохромных серых аналогов [Ишкулов и др., 2013; Войнов и др., 2013]. Они также встречались с похожими проблемами, и, по их мнению, это тоже связано с индивидуальными особенностями конкретного животного.

По результатам проведенного исследования можно отметить, что выбор фигур желтого цвета (при переходе к работе с ними от фигур черного цвета) произошел наиболее быстро, чем переход к выбору голубых после розовых, это может быть связано как с особенностями восприятия этих цветов животным (они могут ему казаться близкими по цветовой гамме), так и индивидуальными особенностями животного, у которого в этот момент была очень сильная установка на обучение.

Результаты экспериментов по распознаванию сложных звуковых сигналов гренландским тюленем

Исследование проводилось с двумя животными мурманского океанариума – морской заяц и гренландский тюлень с применением стандартной двигательной-пищевой методики. К началу этой серии экспериментов животные были обучены реагировать на жестовые и

голосовые команды различными движениями. На начальных этапах обучения, условные реакции вырабатывались на комплексные раздражители (жест + голос), затем жестовый сигнал был исключён.

При работе с морским зайцем (работа проводилась в 2001–2003 гг.), ему предъявляли сложные звуковые раздражители последовательно в псевдослучайном порядке, при котором последовательность составляется человеком по определенным требованиям – не более трех раз подряд, для работы с гренландским тюленем использовалась только одна словесная команда «Стыдно». Реакцией тюленя должно стать выполнение определенного навыка, в данном случае это прикрытие ластом глаз. Тюлень, несмотря на то, что живёт в окенариуме более 10 лет, ранее не принимал участия в представлениях и экспериментах, так как, по словам тренера, отличительная черта его характера – лень. С морским зайцем команды были записаны мужским, женским и машинным голосом, тогда как с гренландским тюленем пока использовалась команда, произнесённая мужским голосом.

Всего по распознаванию голосовой команды «Стыдно» было проведено 19 опытов. На этот этап было затрачено около года в связи с периодической приостановкой работы окенариума (рис. 2).

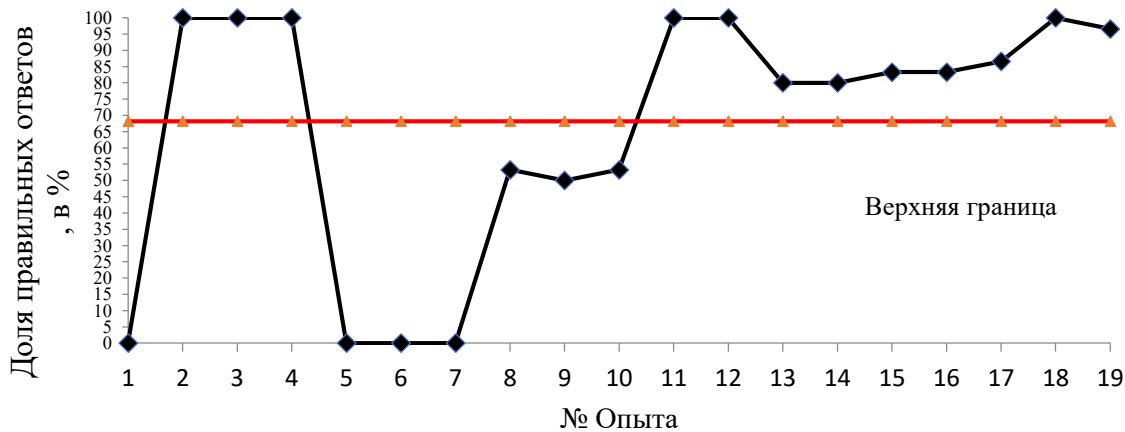


Рис. 2. Динамика формирования навыка распознавания сложного звукового сигнала у гренландского тюленя

Fig. 2. Dynamics of formation of the skill of recognizing a complex sound signal in a Greenland seal

Работа с животным проходила с различными успехами. При проведении первых 4-х занятий команда сопровождалась жестом тренера. Тюлень показывал высокий уровень выполнения задания, сосредотачивая все внимание на руках тренера и совершенно при этом не слушая раздающиеся команды. Это не удовлетворяло условиям опыта и жест убрали, после чего правильность выполнения команды сильно упала и оставалась низкой на протяжении 6-ти занятий. С занятия 7–8 виден подъем уровня правильных ответов, что связано не с установкой на обучение и пониманием животным поставленной задачи, а с тем, что занятия 11–12 проводились после длительного перерыва, связанного с карантином, и для успешного восстановления команды занятия проводились с добавлением жеста тренера. С 13-го занятия стали, при необходимости, дублировать звучащую команду голосовым повтором от тренера, который работает с животным, убрав при этом полностью жестовую команду. Эта тактика оказалась наиболее удачной, и животное быстро поняло принцип работы. В дальнейшем дублирование не проводилось, и тюлень стал показывать высокие результаты.

Выводы

Ластоногие способны решать задачу, требующую оперирования эмпирической мерностью (размерностью) фигур, что свидетельствует о наличии у них способности к абстракции.

Выявлено, что тюлени способны к активному и самостоятельному выполнению двигательной программы при воздействии сложных слуховых раздражителей.

Авторы выражают огромную благодарность коллективу Мурманского океанариума (Коротыш Ирине Юрьевне, Калининну Александру Михайловичу, Щербинину Роману Александровичу, Кузьмину Антону Сергеевичу) за поддержку и возможность проведения всех экспериментальных работ с животными.

Список источников

- Березина И. А.* Исследование поведения настоящих тюленей в условиях неволи: дис. ... канд. биол. наук (03.02.04) / Березина Ирина Александровна. Петрозаводск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, Мурманск, 2013. 121 с.
- Войнов В. Б., Зайцев А. А., Литвинов Ю. В., Михайлюк А. Л., Пахомов М. В.* Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9, № 4. с. 57–95.
- Ишkulов Д. Г., Михайлюк А. Л., Пахомов М. В.* Особенности цветовосприятия у серых тюленей // Вестник Кольского научного центра РАН. 2013. Т.4. С. 84–90.
- Крушинский Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1977. 272 с.
- Крушинский Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1986. 272 с.
- Морские животные на службе человеку.* Материалы научно-практического семинара 4 октября 2010 г., Североморск/ отв. Редактор – Матишов Г. Г. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2011. с. 34–40.
- Попов Л. А.* О влиянии антропогенных факторов на ластоногих // Морские млекопитающие: Тез. докл. 10 Всес. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, Светлогорск. 1990. М.: Мысль, 1990. С. 242–244.

References

- Berezina I. A. Issledovanie povedenija nastojashhijh tjulenej v uslovijah nevoli. Diss. kand. biol. nauk (03.02.04) [Study of the behavior of real seals in captivity. PhD Sci. (Biology) diss.] Petrozavodsk: Publ. MMBI KNC RAN, Murmansk, 2013, 121 p. (In Russ.).
- Vojnov V. B., Zajcev A. A., Litvinov Ju. V., Mihajljuk A. L., Pahomov M. V. Sensory capabilities of arctic seals in the annex to the problems of creation and operation of marine biotechnical systems. Vestnik SSC RAS, 2013, Vol. 9, No. 4, pp. 57–95. (In Russ.).
- Ishkulov D. G., Mihajljuk A. L., Pahomov M. V. Osobennosti cvetovosprijatija u seryh tjulenej [The features colour vision of grey seals]. Kola Science Centre RAN, 2013, Vol. 4, P. 84–90. (In Russ.).
- Krushinskij L. V. Biologicheskie osnovy rassudochnoj dejatel'nosti [Biological foundations of cerebral activity]. Moscow: Publ. MGU, 1977, 272 p. (In Russ.).
- Krushinskij L. V. Biologicheskie osnovy rassudochnoj dejatel'nosti [Biological foundations of cerebral activity]. Moscow: Publ. MGU, 1986, 272 p. (In Russ.).
- Morskije zhivotnye na sluzhbe cheloveku [Marine animals in the service of man]. Materialy nauchno-prakticheskogo seminarja 4 oktjabrja 2010 g., Severomorsk [Proceedings of the Scientific and Practical Seminar]. Rostov-on-Don: Publ. SSC RAN, 2011, pp. 34–40. (In Russ.).
- Popov L. A. O vlijanii antropogennyh faktorov na lastonogih [On the influence of anthropogenic factors on pinnipeds]. Morskije mlekopitajushhie: Tez. dokl. 10 Vses. soveshh. po izucheniju, ohrane i racional'nomu ispol'zovaniju morskijh mlekopitajushhijh [Abstract of the X All-Union Meeting “Marine mammals” on study, protection and rational use marine mammals], Svetlogorsk, 1990. Moscow: “Mysl”, 1990, pp. 242–244. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 26.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 26.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 15–20.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 15–20.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.002

УДК 597.586.2-113.4.08

В. П. Сивкова¹, М. Н. Харламова¹, Т. А. Прохорова²

¹ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Россия

²Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО») им. Н. М. Книповича, г. Мурманск, Россия

sivk.offa@yandex.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ЛЕПТОКЛИНА ПЯТНИСТОГО *LEPTOCLINUS MACULATUS* ПО ОТОЛИТАМ

Аннотация

В работе рассмотрена морфологическая характеристика отолитов лептоклина пятнистого. Описаны особенности элементов отолита и определено, по каким частям отолита удобнее проводить подсчет годовых колец. Высказано предположение, что форма большой выемки отолита может служить вспомогательным параметром при определении возраста лептоклина. Представленные методические аспекты могут быть использованы в изучении темпа роста лептоклина пятнистого и изучении численности его популяции в Баренцевом море.

Ключевые слова:

лептоклин пятнистый, морфология отолита, определение возраста, Баренцево море.

V. P. Sivkova¹, M. N. Kharlamova¹, T. A. Prokhorova²

¹Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

²Polar branch of VNIRO (PINRO named after N. M. Knipovich), Murmansk, Russia

sivk.offa@yandex.ru

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE AGE READING OF DAUBED SHANNY *LEPTOCLINUS MACULATUS* USING OTOLITHS

Abstract

Morphology characteristics of the daubed shanny otoliths were studied. Features of the otolith elements were described. More suitable for the age reading otolith parts were found. It has been suggested that the shape of the otolith big excision can be used as an auxiliary parameter for the daubed shanny age reading. These methodological aspects can be used in the growth rate study of the daubed shanny, and the study of the abundance of this population in the Barents Sea.

Keywords:

daubed shanny, otolith morphology, age reading, Barents Sea.

Введение

Лептоклин пятнистый *Leptoclinus maculatus* (Fries, 1838)—донный, преимущественно бореальный атлантический вид [Андрияшев, Чернова, 1994] (рис. 1). Обитает циркумполярно. В Баренцевом море распространен широко, за исключением юго-западной части, на глубинах от 50 до 240 м, предпочитает мягкие грунты, но может встречаться на каменистых и галечных. Переносит значительные колебания температуры (от -1,6 °С до 11,5 °С) и солености (от 25,8 ‰ до 35,0 ‰) [Андрияшев, 1954]. Длина лептоклина достигает 23 см. Нерестится в прибрежных водах зимой, откладывает на дно до 1000 икринок. В ходе жизненного цикла постепенно мигрирует от поверхностных слоев воды к донным. В Баренцевом море с июня встречаются пелагические личинки лептоклина [Долгов и др., 2018]. Промыслового значения не имеет, однако является одним из промежуточных звеньев в трофических цепях.

В августе–октябре в Баренцевом море проводится экосистемная съемка, одной из задач которой является определение численности 0-группы промысловых и непромысловых видов рыб [Survey..., 2021]. Однако в настоящее время доподлинно не известна граница длины

между 0-группой и годовиками лептоклина пятнистого, поэтому численность пелагической молодежи *L. maculatus* оценивается без разделения по возрасту. Таким образом, проводимая работа является актуальной и востребованной. Её цель – разработать методические аспекты определения возраста лептоклина пятнистого в Баренцевом море по отолитам.



Рис. 1. Лептоклин пятнистый

Fig. 1. Daubed shanny

Материалы и методы

В настоящем исследовании использованы рыбы Баренцева моря, выловленные и замороженные в разные сезоны 2014–2022 гг. Для выполнения работы проанализированы отолиты 111 особей лептоклина пятнистого.

Для подтверждения правильности определения вида особей, идентифицированных в море как лептоклин, рассматривали форму грудного плавника (у лептоклина пятнистого он имеет нижнюю лопасть, лучи в которой длиннее лучей средней части плавника), а также проводили подсчет количества лучей в анальном плавнике (у *L. maculatus* в нем – 35–38 лучей).

Возраст большинства рыб наиболее удобно и просто определять по чешуе и отолитам, но для данного вида удобнее использовать отолиты, т. к. у лептоклина пятнистого мелкая чешуя, и с ней работать довольно тяжело. Для работы использовались сагиттальные отолиты, у лептоклина они являются самыми крупными. Отолиты рассматривали при помощи бинокля при увеличении 10×1,6, 10×2,5, в проходящем свете. В качестве просветляющей жидкости использовали смесь этилового спирта с глицерином в соотношении 1:1. Употребляемые в работе названия частей отолита, связанные с их положением в пространстве, даются в зависимости от характера расположения отолита по отношению к другим частям тела рыбы.

Если возрастные материалы собирают зимой или весной, то возраст рыб обозначают по числу годовых (зимних) колец цифрами (например, 1, 2, 3). Если летом и осенью, то к цифрам, обозначающим число полных годовых колец, добавляют знак «+». Знаком «+» обозначают прирост последнего сезона [Методики..., 2004].

Отолит лептоклина пятнистого

Отолиты лептоклина пятнистого имеют неправильно-округлую форму (рис. 2). С внутренней стороны отолит плоский, с наружной – выпуклый. На переднем крае отолита имеется рострум, антирострум начинает развиваться после первой зимы и наиболее хорошо выражен у более старших особей. Центральная бороздка открытая, доходит до центра отолита. Установлено, что элементы отолита у данного вида лучше различимы на внутренней части отолита. Подсчет годовых колец удобнее проводить по направлению от центра к верхнему или заднему краю отолита, в сомнительных случаях анализировать закладку элементов отолита на

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 15–20.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 15–20.

роструме. Годовые кольца у лептоклина размытые и не четкие, а в приросте могут быть дополнительные кольца. Форма большой выемки отолита, находящейся между рострумом и антирострумом, может различаться.

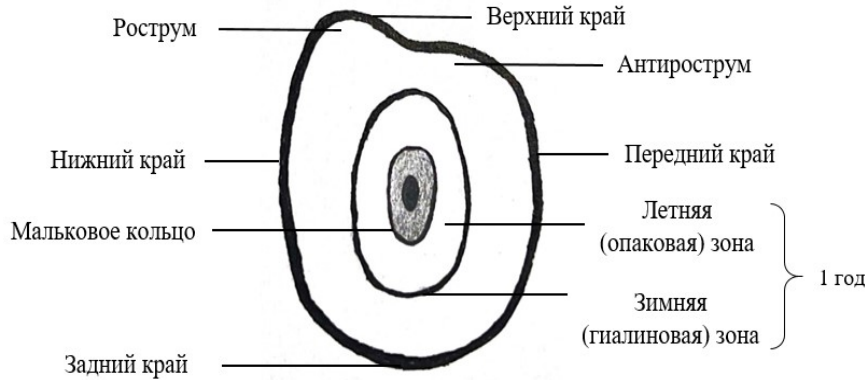


Рис. 2. Элементы отолита лептоклина пятнистого

Fig. 2. Elements of daubed shanny otolith

Методические аспекты определения возраста лептоклина пятнистого

Для актуализации методики определения возраста обычно рекомендуется начинать с самых мелких экземпляров рыб и постепенно переходить к более крупным. Это дает возможность изучить не только строение отолита, но и изменение его формы с возрастом, а также помогает уточнить характер истинных годовых колец, научиться отличать их от дополнительных.

Нами проанализированы отолиты личинок длиной 35–36 мм, собранные осенью. Эти отолиты имеют округлую форму, рострум и антирострум не выражены. На отолите просматривается одно неявно выраженное, темное в проходящем свете, кольцо. Т. к. личинки выклюнулись в текущем году, то их возраст точно известен (0+). Таким образом, первое кольцо на отолитах личинок является мальковым, и не учитывается при подсчете возраста. Далее были рассмотрены отолиты особей, собранных в январе 2022 г., но имеющих мальковую окраску (черный хвост и не выраженная желтая окраска тела), т. е. они принадлежат к поколению 2021 г. и имеют возраст 1 год. Кроме малькового кольца по краю отолита этих особей было выраженное зимнее (первое годовое) кольцо.

Мы также изучили форму большой выемки отолита. У годовиков большая выемка не выражена, у рыб в возрасте 2 года она начинает формироваться, имеет тупоугольную форму, в возрасте 3 года большая выемка отчетливо выражена (рис. 3). Возможно, форма большой выемки отолита может служить вспомогательным параметром при определении возраста лептоклина [Сивкова и др., 2022а, б].

Если особи, с которыми мы работали, были выловлены летом и осенью, то по краю отолита находилась опаковая зона роста, таким образом, к количеству подсчитанных лет при определении возраста мы добавляли знак «+». Среди проанализированных нами встречались особи в возрасте от 0+ (сеголетки, 0-группа) до 3+ (рис. 4). Средний возраст исследованных особей составил 1,43 года. Сеголетки лептоклина (возраст 0+) были представлены особями длиной 3,5–10,4 см, годовики (возраст 1, 1+) – 8,0–14,6 см, двухгодовики (возраст 2, 2+) – 11,0–15,3 см, трехгодовики (возраст 3, 3+) – 14,3–17,9 см. К сожалению, на настоящий момент у нас недостаточно материала для анализа рыб с приростом текущего года и без него.

Полученные нами данные не согласуются с литературными. В настоящее время опубликованы результаты только одного исследования, выполненного в районе островов архипелага Шпицберген [Meyer Ottesen et al., 2011]. При этом используемая в данной работе методика вызывает вопросы.

Так, на представленном в статье рисунке особи разной длины, две из которых относятся к другому виду – люмпенус миноговидный. Таким образом, эти исследования требуют уточнения.

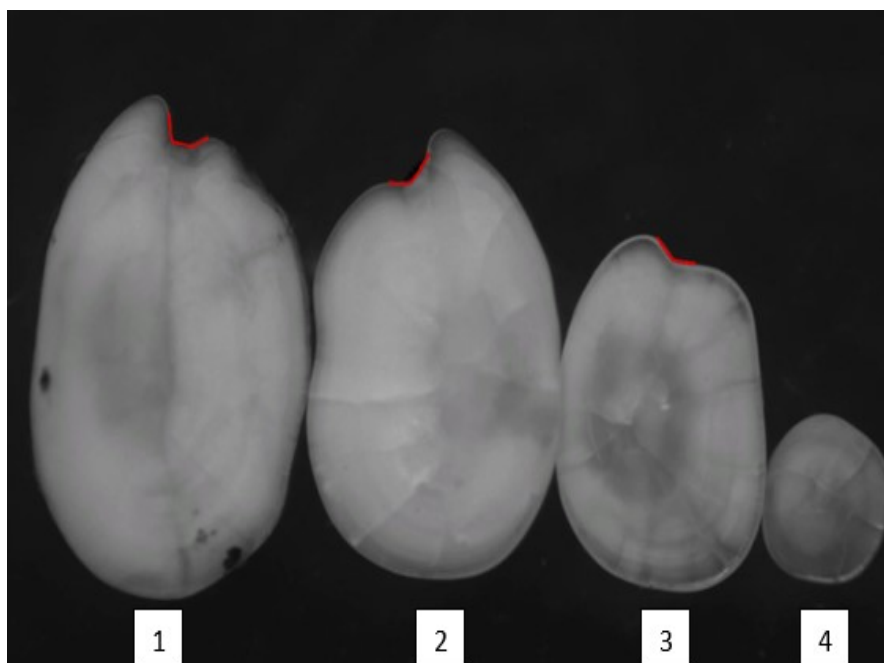


Рис. 3. Форма большой выемки отолитов лептоклина пятнистого разного возраста (1 – возраст 3+, длина особи 179 мм; 2 – возраст 2+, длина особи 169 мм; 3 – возраст 1+, длина особи 115 мм; 4 – возраст 0+, длина особи 89 мм)

Fig. 3. Form of a big excision of daubed shanny otolith (1 – age 3+, fish length 179 mm; 2 – age 2+, fish length 169 mm; 3 – age 1+, fish length 115 mm; 4 – age 0+, fish length 89 mm)

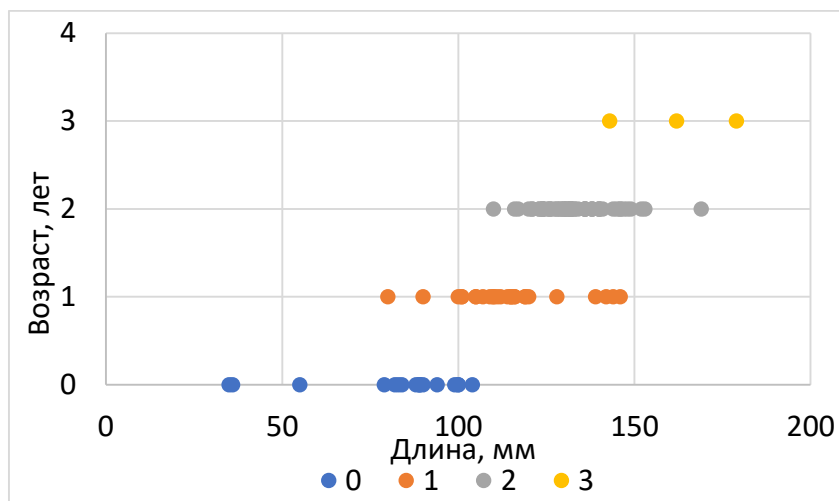


Рис. 4. Возрастной состав проанализированных особей

Fig. 4. Age structure of analyzed individuals

Мы провели анализ зависимости между длиной особи и длиной отолита (рис. 5). По его результатам установлено, что сеголетки лептоклина (возраст 0+) длиной 3,5–10,4 см имеют длину отолита 0,8–1,0 мм, годовики (возраст 1, 1+) длиной 8,0–14,6 см – 1,0–1,9 мм. У

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 15–20.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 15–20.

двухгодовиков (возраст 2, 2+) длиной 11,0–15,3 см длина отолита составила 1,6–2,3 мм и у трехгодовиков (возраст 3, 3+) длиной 14,3–17,9 см длина отолита была 1,8–2,4 мм.

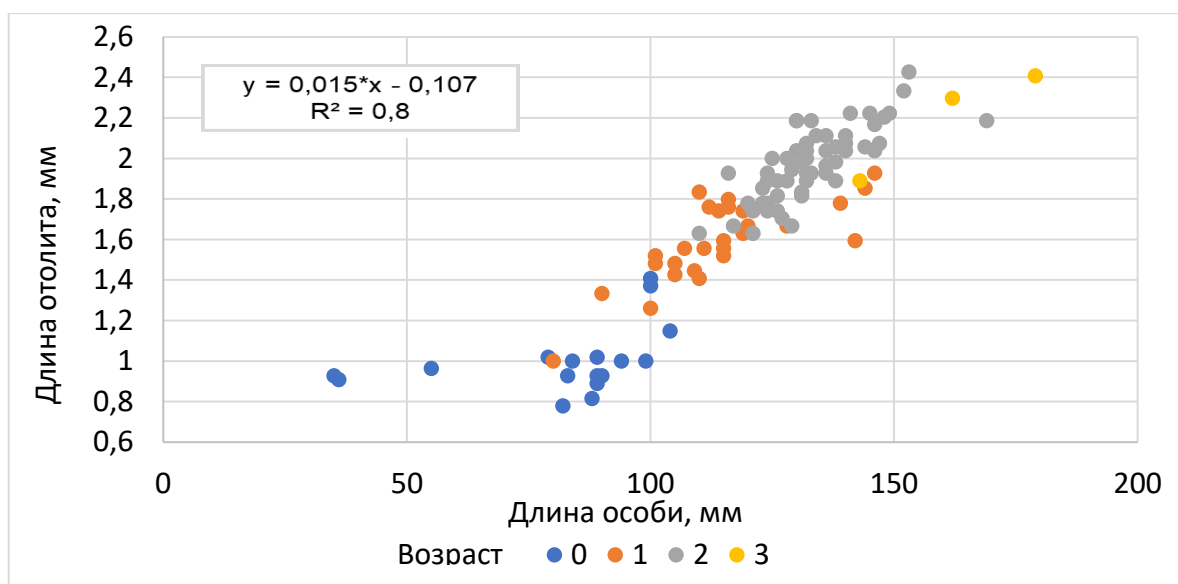


Рис. 5. Зависимость между длиной особи и длиной отолита

Fig. 5. Relationship between individual length and otolith length

Заключение

Мы рассмотрели элементы отолита лептоклина пятнистого и определили по каким частям отолита удобнее проводить подсчет годовых колец и какие могут быть вспомогательные параметры для определения возраста. В результате работы установили, что:

- подсчет годовых колец на отолите лептоклина необходимо проводить по внутренней части отолита в направлении от центра отолита к его верхнему и нижнему краю;
- первое кольцо является дополнительным (мальковым) и не учитывается при определении возраста;
- вспомогательным параметром при определении возраста, вероятно, может служить форма большой выемки отолита.

Таким образом, представленные методические аспекты могут быть использованы в изучении темпа роста лептоклина пятнистого и изучении численности популяции данного вида рыб в Баренцевом море. Знания о его биологии пополняют данные по ихтиофауне Арктических морей.

Следующим этапом работы требуется провести верификацию представленной методики.

Список источников

- Андряшев А. П. Рыбы северных морей. Москва; Ленинград: Академия наук СССР, 1954. 566 с.
- Андряшев А. П., Чернова Н. В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопросы ихтиологии, 1994. Т. 34, № 4. С. 435–456.
- Долгов А. В., Новоселов А. П., Прохорова Т. А. [и др.] Атлас-определитель рыб Карского моря. Мурманск: ПИНРО, 2018. 271 с.
- Методики сбора ихтиологических материалов [Электронный ресурс]: Дикая природа Сахалина. 2004. URL: http://boomerangclub.ru/up/images/informaciya/priroda-sakhalina-i-kuril/multemediinie-diski/salmon/baza/pages/9_3.htm (дата обращения: 03.02.2022).
- Сивкова В. П., Харламова М. Н., Прохорова Т. А. Размерно-возрастной состав популяции лептоклина пятнистого в Баренцевом море // Путь в науку: Материалы региональной научно-практической

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 15–20.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 15–20.

конференции «Современные информационные технологии и естественные науки» (г. Мурманск, 18–23 апреля 2022 г.). Мурманск: МАГУ, 2022а. С. 94–99.

Сивкова В. П., Харламова М. Н., Прохорова Т. А. Методические аспекты определения возраста лептоклина пятнистого по отолитам // XIX Международная научная конференция студентов и аспирантов «Проблемы Арктического региона»: тезисы докладов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Полярный геофизический институт; Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»; Мурманский арктический государственный университет; Мурманский государственный технический университет; Мурманский морской биологический институт Российской академии наук. Апатиты, 2022б. С. 19–20.

Meyer Ottesen, C. A., Haakon Hop, Stig Falk-Petersen, Jørgen S. Christiansen Growth of daubed shanny (Teleostei: *Leptoclinus maculatus*) in Svalbard waters // Springer, 2011. № 41. P. 383–394.

Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea and adjacent waters, August–November 2020 [Electronic resource]: IMR/PINRO Joint Report Series 1. 2021. URL: https://www.hi.no/resources/BESS-2020_report-29_04_2021-Final-2.pdf. (date of application: 12.02.2022).

References

Andrijashev A. P. Ryby severnyh morej [Fishes of the Northern Seas of the USSR]. Moskva; Leningrad: Akademija nauk USSR, 1954, 566 p. (In Russ.).

Andrijashev A. P., Chernova N. V. Annotirovannyj spisok ryboobraznyh i ryb morej Arktiki i sopredel'nyh vod [Annotated list of fish-like and fishes from the seas of the Arctic and adjacent waters]. Voprosy ihtologii [Journal of Ichthyology], 1994, Vol. 34, No. 4, pp. 435–456. (In Russ.).

Dolgov A. V., Novoselov A. P., Prohorova T. A., Fuks G. V., Prozorkevich D. V., Chernova N. V., Sherstkov V. S., Levitskiy A. L. Atlas-opredelitel' ryb Karskogo morja [Atlas of The Kara Sea Fish]. Murmansk: PINRO, 2018, 271 p. (In Russ.).

Metodiki sbora ihtologicheskikh materialov [Methods for collecting ichthyological material]. Dikaja priroda Sahalina [Wildlife of Sakhalin], 2004. (In Russ.). Available at: http://boomerangclub.ru/up/images/informaciya/priroda-sakhalina-i-kuril/multemediinie-diski/salmon/baza/pages/9_3.htm (accessed 03.02.2022).

Sivkova V. P., Kharlamova M. N., Prokhorova T. A. Razmerno-vozzrastnoj sostav populjacji leptoklina pjatnistogo v Barencevom more [Size-age composition of daubed shanny population in the Barents Sea]. Put' v nauku [Way to Science]: Materialy regional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii “Sovremennye informacionnye tehnologii i estestvennye nauki” [Proceedings of the regional scientific-practical conference “Modern information technologies and natural sciences”] (Murmansk, 18–23 aprilja 2022 g.). Murmansk, Publ. MAGU, 2022a, pp. 94–99. (In Russ.).

Sivkova V. P., Kharlamova M. N., Prokhorova T. A. Metodicheskie aspekty opredelenija vozrasta leptoklina pjatnistogo po otolitam [Methodological aspects of the age reading of daubed shanny using otoliths]. XIX Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija studentov i aspirantov “Problemy Arkticheskogo regiona”: Tez. dokl. (Murmansk, 17–18 maja 2022 g.) [Abstracts of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates “Problems of the Arctic region”]. Apatity, 2022b, pp. 19–20. (In Russ.).

Meyer Ottesen C. A., Hop Haakon, Falk-Petersen Stig, Christiansen Jørgen S. Growth of daubed shanny (Teleostei: *Leptoclinus maculatus*) in Svalbard waters, Springer, 2011, No. 41, pp. 383–394.

Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea and adjacent waters, August–November 2020. IMR/PINRO Joint Report Series 1. 2021. Available at: https://www.hi.no/resources/BESS-2020_report-29_04_2021-Final-2.pdf. (accessed 12.02.2022).

Статья поступила в редакцию 18.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 18.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 21–24.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 21–24.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.003

УДК 597.576.38

О. С. Туркевич, О. В. Мамонтова

Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ), г. Петрозаводск, Россия
arramine@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ *PARASALMO MYKISS WALBAUM* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОЯДЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Аннотация

В статье дана характеристика микроядерного тестирования, используемого для анализа адаптивных возможностей особей на основе наличия в их клетках хромосомных aberrаций, и представлены результаты исследования эритроцитов радужной форели (*Parasalmo mykiss*), отобранной в садках водоёмов Карелии и Мурманской области, с использованием микроядерного тестирования.

Ключевые слова:

Микроядра, гематологические исследования, эритроциты рыб, хромосомные aberrации, мутагенез.

O. S. Turkevich, O. V. Mamontova

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia
arramine@mail.ru

RESULTS OF THE STUDY OF *PARASALMO MYKISS WALBAUM* ERYTHROCYTES USING MICRONUCLEAR TESTING

Abstract

The article describes the characteristics of micronucleus testing used to analyze the adaptive capabilities of individuals based on the presence of chromosomal aberrations in their cells, and presents the results of a study of erythrocytes of rainbow trout (*Parasalmo mykiss*) selected in Karelia and Murmansk region using micronucleus testing.

Keywords:

Micronuclei, hematological studies, fish erythrocytes, chromosome aberrations, mutagenesis.

В наше время, когда общество достигло небывалого прогресса, появляется всё больше и больше проблем, связанных с сохранением природного мира нашей планеты, её ресурсов; жизнеспособностью живые организмы наиболее чутко реагируют на изменения среды обитания, в том числе на воздействие различных веществ-мутагенов. Загрязнение водоёмов, излучение, повышение концентрации вредных веществ и понижение полезных – сказываются на обитателях экосистем, вынуждая их адаптироваться. Изучение и анализ адаптаций организмов к изменяющимся условиям возможны благодаря ряду методов, каждый из которых ориентирован на конкретные показатели.

В частности гематологические показатели общепризнаны наиболее чувствительными критериями негативного изменения качества окружающей среды [Турченюк и др., 2006]. При хроническом воздействии мутагенов, можно проследить цитогенетические нарушения и различные хромосомные аномалии в отдельных клетках. Одними из таких аномалий являются микроядра эритроцитов.

Микроядра представляют собой фрагменты ядерного материала, элиминирующиеся из ядра клетки при aberrациях митотических хромосом.

Причина формирования микроядер (или ДНК-содержащих телец), как правило, связана с отставанием хромосом в анафазе или телофазе митоза от веретена деления; такие хромосомы не входят в дочерние ядра, существуют в клетке отдельно от основного ядра или связанного с ними хроматиновым мостом [Абдуллаева, Гафурова, 2016].

Микроядерный тест *in vitro* предназначен для оценки степени генотоксичности и используется для обнаружения цитогенетических повреждений, связанных с образованием микроядер, содержащих отсутствующие фрагменты хромосом или целые хромосомы. В настоящее время микроядерный тест относится к общепринятым цитогенетическим способам оценки методам оценки мутагенного действия факторов окружающей среды на организм. Он используется для оценки степени загрязнения среды, скрининга уровня цитогенетических изменений, оценки дозы облучения и канцерогенных веществ, установления мутагенного влияния различных химических, физических и биологических веществ. [Ильинских и др., 1992]

Микроядерный тест обладает рядом преимуществ, делающих его более выигрышным в сравнении с другими современными методиками. Он неинвазивен, прост в выполнении и хранении биоматериала, выгоден экономически (реагенты не предполагают высокой стоимости), доступен (не требуется сложное оборудование). С его помощью возможно проводить прижизненный неинвазивный скрининг для определения динамики изменения какого-либо показателя во времени. Существенным преимуществом микроядерного теста является то, что благодаря эмпирическим исследованиям установлены четкие критерии как для отбора клеток, так и для идентификации микроядер. Кроме того, считается важным, что с использованием микроядерного теста можно исследовать ткани с низкой митотической активностью. Микроядерный тест возможно оптимизировать за счет применения существующих анализирующих систем для подсчета клеток с микроядрами, что дает возможность изучать большие выборки биологического материала.

Микроядерное тестирование выполнялось в несколько этапов. Радужную форель в возрасте 1+ и 2+ отбирали из садков форелевых хозяйств Карелии и Мурманской области с июля по сентябрь 2021 г. Для сбора и обработки ихтиологического материала использовали общепринятые методики [Правдин, 1966]. Кровь отбирали у внешне здоровых особей радужной форели из сердца в вакуумные пробирки «VACUETTE», предназначенные для гематологических исследований. В качестве антикоагулянта использовали ЭДТА – этилендиаминтетрауксусную кислоту. Для приготовления препаратов с микроядрами использовали специальную технологию окрашивания клеток крови с применением реактива Шиффа [Абдуллаева, Гафурова, 2016].

Препараты изучали с использованием биологического микроскопа «Moticdmba300», снабженного цифровой камерой «Moticamx» для передачи изображения эритроцитов на ПК с использованием Plug&Play USB 2.0 кабеля и возможностью наблюдения изображения эритроцитов на экране компьютера в реальном времени с максимальным разрешением 1600x1200 пикселей.

Морфологию клеток крови и их патологическое изменение оценивали с использованием атласа клеток крови рыб [Иванова, 1982] и атласа нормальных и патологические измененных клеток крови рыб [Житенева и др., 1989]. Микроядра типировались в соответствии с их морфологией.

На каждую особь использовали 5-8 микрофотографий, подсчет производили вручную.

Далее высчитывали долю эритроцитов от общего количества обнаруженных клеток крови и долю эритроцитов с микроядрами от всех эритроцитов на снимке. Из данных

выводились средние показатели для каждой особи и далее средние показатели для всех особей данного водоема. Полученные данные представлены в таблице 1.

В результате выполненного гематологического исследования проанализировано более 240 препаратов на наличие эритроцитов с микроядрами в составе клеток крови радужной форели. При типировании микроядер обнаружены следующие типы (по классификации Крюкова В. И. и Кочкарева П. В. [Крюков, 2013]): стандартные, прикрепленные, соединенные с ядром нитью хроматина, а также наличие неоформленного ядерного аппарата в виде палочек, клубков и неоформленных фрагментов.

Таблица 1. Анализ гематологических показателей

Table 1. Analysis of hematological parameters

Водоем	Средняя доля эритроцитов от общего числа клеток крови	Доля ретикулоцитов от всех эритроцитов крови	Средняя доля содержания эритроцитов с микроядрами от общего числа эритроцитов
1	88,75 %	0,72 %	10,78 %
2	90,87 %	1,09 %	18,41 %
3	94,96 %	1,79 %	20,63 %
4	95,30 %	0,85 %	77,41 %
5	61,16 %	4,24 %	21,69 %

У здоровых особей допускается процентное содержание эритроцитов с микроядрами не больше 5 %. Однако во всех исследуемых водоемах содержание эритроцитов с микроядрами превышает данный «порог нормальности», особенно что касается Онежского озера.

Одна из причин увеличения числа эритроцитов с микроядрами может заключаться в содержании в среде обитания неких мутагенов, влияющих на деление клеток и их физиологическую активность.

Дальнейшие исследования должны затронуть природу мутагенов, степень их токсичности для среды и опасности для жизнедеятельности организмов экологического сообщества.

В дальнейшем использование микроядерного тестирования позволит с высокой точностью определять наличие мутагенов в среде обитания, влияние различных веществ и концентраций на жизнедеятельность организмов и способность живых организмов данной среды к адаптации.

Список источников

- Абдуллаева Н. М., Гафурова С. С. Анализ эритроидных клеток карповых рыб (*Cyprinus-Carpio L.*) на основе микроядерного тестирования // Известия Самарского научного центра РАН, 2016. Т. 18, № 2. С. 263–266.
- Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 1989. 112 с.
- Иванова Т. Н. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. М., 1982. 110 с.
- Ильинских Н. Н., Новицкий В. В., Ванчугова Н. Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск: Издательство Томского университета, 1992. 270 с.
- Крюков В. И. Частота микроядер в клетках крови рыб пресных водоемов полуострова Таймыр // Образование, наука и производство, 2013. № 1. С. 101–104.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 9–14.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 9–14.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. 1966. 347 с.

Турченко О. В., Томшина О. Л., Кальков А. П. Микроядерный тест для оценки экологической обстановки окружающей среды // Омский научный вестник, 2006. № 6 (41). С. 293–296.

References

Abdullaeva N. M., Gafurova S. S. Analiz jерitroidnyh kletok karpovyh ryb (Cyprinus-Carpio L.) na osnove mikrojadernogo testirovaniya [Analysis of erythroid cells in carp (Cyprinus Carpio L.) on the basis of micronucleus test]. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, Vol. 18, No. 2, pp. 263–266. (In Russ.).

Zhiteneva L. D., Poltavceva T. G., Rudnickaja O. A. Atlas normal'nyh i patologicheski izmenennyh kletok krovi ryb [Atlas of normal and pathological altered blood cells of fish]. Rostov-on-Don, Rostizdat, 1989, 112 p. (In Russ.).

Ivanova T. N. Atlas kletok krovi ryb. Sravnitel'naja morfologija i klassifikacija formennyh jelementov krovi ryb [Atlas of fish blood cells. Comparative morphology and classification of blood cells]. М., 1982, 110 p. (In Russ.).

Ильинских Н. Н., Новикова В. В., Ванчугова Н. Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность [Micronucleus analysis and cytogenetic instability]. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 1992, 270 p. (In Russ.).

Krjukov V. I. Chastota mikrojadер v kletkah krovi ryb presnyh vodoemov poluostrova Tajmyr [The frequency of micronuclei in the blood cells of fish from freshwater bodies of the Taimyr Peninsula]. Obrazovanie, nauka i proizvodstvo, 2013, No. 1, pp. 101–104. (In Russ.).

Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniju ryb [Fish study guide]. М., 1966, 347 p. (In Russ.).

Turchenjuk O. V., Tomshina O. L., Kal'kov A. P. Mikrojadernyj test dlja ocenki jekologicheskoj obstanovki okruzhajushhej sredy [Micronuclear test to assess the ecological state of the environment]. Omskij nauchnyj vestnik [Omsk scientific bulletin], 2006, No. 6 (41), pp. 293–296. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 10.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.

The article was submitted 10.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 25–31.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 25–31.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.004

УДК 595.145 (268.45)

Е. А. Гарбуль¹, А. В. Гарбуль², С. С. Малавенда²

¹Мурманский морской биологический институт РАН, г. Мурманск, Россия

²ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФАУНЫ СИПУКУЛИД НА РАЗРЕЗЕ КОЛЬСКИЙ ЗАЛИВ–«КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН»

Аннотация

В работе представлены данные по изучению фауны сипункулид в Баренцевом море на разрезе «Кольский меридиан» и северной части Кольского залива с 2000 по 2018 г. Выявлено, что фоновыми видами на станциях разреза «Кольский меридиан», являются *N. a. abyssorum*, *N. d. diaphanes* и *Ph. s. strombus*. Численность сипункулид уменьшается в северном направлении. Количественное обеднение станции 1 расположенной на выходе из Кольского залива вызвано антропогенными факторами. В период с 2015 по 2018 гг. отмечено увеличение количественных показателей сипункулид в южной части разреза «Кольский меридиан» и появление этих беспозвоночных на акватории Кольского залива.

Ключевые слова:

фауна сипункулид, Кольский залив Баренцево море, биомасса, плотность поселения.

E. A. Garbul¹, A. V. Garbul², S. S. Malavenda²

¹Murmansk Marine Biological Institute, RAS, Murmansk, Russia

²Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

THE CURRENT STATE OF THE SIPUCULID FAUNA ON THE SECTION KOLA BAY - "KOLA MERIDIAN"

Abstract

The paper presents data on the study of the fauna of sipunculids in the Barents Sea on the section "Kola Meridian" and the northern part of the Kola Bay from 2000 to 2018. It was revealed that the background species at the stations of the Kola meridian section, are *N. a. abyssorum*, *N. d. diaphanes* and *Ph. s. strombus*. The number of sipunculids decreases towards the north. The quantitative depletion of station 1 located at the outlet of the Kola Bay is caused by anthropogenic factors. Between 2015 and 2018 an increase in the quantitative indicators of sipunculids was noted in the southern part of the Kola Meridian section and the appearance of these invertebrates in the waters of the Kola Bay.

Keywords:

sipunculid fauna, Kola Bay, Barents Sea, biomass, population density.

Введение

Изучению видового состава сипункулид в отдельных районах Баренцева моря посвящен целый ряд работ [Зенкевич, 1947; Зенгер, 1870; Гадд, 1911; Дерюгин, 1915; Вагин, 1937; Пергамент, 1946; Зацепин, 1948], также есть упоминание о количественных характеристиках *Golfingia (Golfingia) margaritacea* (Sars, 1851) центральной части вышеупомянутого моря и побережья Новой Земли [Зенкевич, 1947], но, на настоящий момент, в литературных источниках отсутствуют сведения об основных количественных показателях поселений сипункулид и их роли в морских биоценозах Баренцева моря.

Цель настоящей работы: изучить современное состояние распределения представителей типа Sipuncula на разрезе Кольский залив–«Кольский меридиан».

Материалы и методы

В работе представлены результаты обработки группы Siphuncula из бентосных проб, собранных в рейсах ММБИ и ПИНРО на стандартных станциях разреза «Кольский меридиан» с 2000 по 2015 г.: на НИС «Дальние Зеленцы» в 2000, 2001, 2007 и 2015 гг. (сборы ММБИ); на ГС СФ «Ромуальд Муклевич» в 2003 г. (ПИНРО); на НИС «Ф. Нансен» в 2010 г. (ПИНРО) и на НИС «Вильнюс» в 2011–13 гг. (ПИНРО). Пробы отбирались в 5-и кратной повторности.

В Кольском заливе пробы бентоса отбирались в 2017 и 2018 гг. В октябре 2017 г. на НИС «Дальние Зеленцы» в ходе комплексной мониторинговой экспедиции ММБИ на 13 станциях, в 3-х кратной повторности на всей протяженности Кольского Залива. В середине января 2018 г. в районе поселка Белокаменка, на полигоне в 5-и кратной повторности на 8 станциях с ВК «Водолаз Печкуров». Станции располагались по четыре у правого и левого берега.

Всего обработано 434 пробы, собранные на 97 станциях.

В данной работе для отбора проб использовали дночерпатель ван Вина (площадь отбора 0,1 м²) и промывкой через мягкое сито (капрон) с размером ячеек 0,5 мм.

Полученные пробы фиксировались на месте и в дальнейшем обрабатывались в камеральных условиях по стандартным гидробиологическим методикам [Максимович, Погребов, 1986]. Расчеты осуществляли при помощи программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Кроме семи видов, известных ранее на разрезе «Кольский меридиан», отмечены 2 вида, новых для района – *N. (N.) eremita* и *N. (N.) minutum*. Наибольшее количество видов в сборах с 2000 по 2013 гг. на данном разрезе отмечено на станции 9 (7 видов), а наименьшее – на станциях 5 и 8 (3 вида). В среднем в районе видовое богатство сипункулид составило $4,5 \pm 0,4$ вида/станцию. В проанализированном материале наиболее массовыми по частоте встречаемости на станциях разреза являются *N. (N.) d. diaphanes* (55 % проанализированных проб), *N. (N.) abyssorum* (24 %) и *Ph. (Ph.) s. strombus* (19 %), что характерно и для большей части акватории Баренцева моря [Garbul, Anisimova, 2012; Гарбуль 2003; Гарбуль 2009]. Для остальных видов этот показатель находится в пределах 3–7 %. Максимальная плотность поселений сипункулид на разрезе «Кольский меридиан» (156 ± 21 экз./м²) зафиксирована на станции 4 в 2003 г., минимальная (2 ± 2 экз./м²) – на станции 3 и 5 в 2003 г., 7-й и 10-й в 2010 г. Среднемноголетние значения плотности поселения сипункулид на станциях разреза варьируют от 15 до 54 экз./м² и составляет в среднем за весь исследованный период $31 \pm 3,86$ экз./м² (рис. 1).

Максимальная биомасса в районе исследования зафиксирована в 2013 г. на станции 10 ($8,986$ г/м²), минимальные значения – $0,002$ г/м² – на станции 7 в 2010 г. Среднемноголетние значения биомассы сипункулид на станциях Кольского разреза меняются от $0,031$ до $1,545$ г/м² (рис. 1).

Среднее значение этого показателя за весь исследованный период составило $0,343 \pm 0,167$ г/м². На этом фоне резко выделяются 7 и 10 станции, где высокие значения биомассы являются результатом попадания в дночерпатели взрослых экземпляров голфингии *G. (G.) v. vulgaris*.

По среднемноголетним данным 1 станция, расположенная на выходе из Кольского залива, характеризуется наименьшими количественными показателями. Это связано со значительным уровнем химического загрязнения грунтов на выходе из Кольского залива [Матишов и др, 2014], что отрицательно сказывается на безвыборочных детритофагах к которым относятся и сипункулиды.

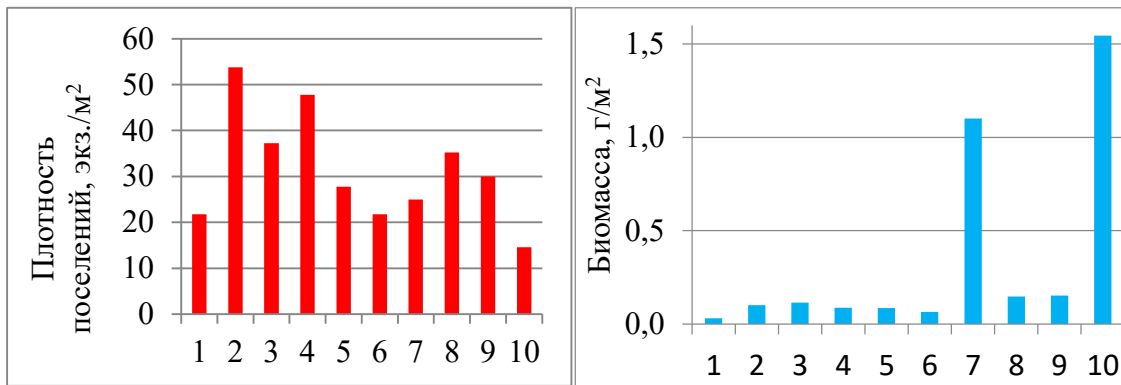


Рис. 1. Среднегодовое значения плотности поселений и биомассы сипункулид на разрезе «Кольский меридиан» за 2000–2013 гг. По оси ОХ указан номер станции

Fig. 1. Average long-term values of the density of settlements and biomass of sipunculids in the section "Kola Meridian" for 2000–2013. The station number is indicated on the OX axis

Вдоль разреза «Кольский меридиан» в северном направлении прослеживается общая тенденция на уменьшение численности сипункулид. Фоновыми видами, регулярно встречающимися на всех станциях разреза «Кольский меридиан», являются *N. (N.) abyssorum*, *N. (N.) d. diaphanes*, и *Ph. (Ph.) s. strombus*. Интересно, что представители крупных сипункулид рода *Golfingia* (*G. (G.) v. vulgaris*, *G. (G.) margaritacea* и *G. (G.) elongata*) отмечены лишь на самых южных (1 и 2) и северных (7, 9, 10) станциях разреза. При этом наиболее массовым представителем этого рода на станциях разреза «Кольский меридиан» является не *G. (G.) margaritacea*, традиционно отмечающаяся в этой части Баренцева моря, а *G. (G.) v. vulgaris*, ранее в количественных исследованиях из района разреза «Кольский меридиан» не упоминавшаяся. Интересно так же, что на южных станциях встречена только молодежь этого вида, в то время как все крупные экземпляры обнаружены в пробах из северной части разреза. Анализ базы данных ММБИ за 60–90-е гг. прошлого века показал, что на всех станциях разреза «Кольский меридиан», отобранных при помощи дночерпателя «Океан» с площадью захвата 0,25 м², периодически и совершенно бессистемно появляются и в дальнейшем исчезают крупные голфингииды.

В течение периода исследований *N. (N.) abyssorum* и *N. d. diaphanes* продемонстрировали тенденцию к уменьшению обилия, а *Ph. s. Strombus* – на его незначительное увеличение.

Ярко выраженное уменьшение численности и сдвиг южной границы ареала к северу отмечены для менее массового на разрезе арктического вида *N. lilljeborgi*. Отмечена также общая тенденция к сокращению численности сипункулид в пределах разреза «Кольский меридиан» за период исследований.

В результате проведенных исследований по материалам 2015 г. получены следующие количественные характеристики поселений сипункулид на 1-й станции разреза «Кольский меридиан» (табл. 1). За период с 2001 по 2015 гг. на станции зафиксированы следующие виды:

2001 г. - *N. d. diaphanes*

2003 г. - *G. elongata*, *G. v. vulgaris*, *N. d. diaphanes*

2007 г. - *N. (N.) abyssorum*, *G. m. margaritacea*, *N. d. diaphanes*

2010 г. - *N. (N.) abyssorum*, *N. (N.) eremita*, *Ph. s. strombus*

2011 г. - *G. elongata*, *N. d. diaphanes*, *N. (N.) abyssorum*

2012 г. - *N. d. diaphanes*

2013 г. - *N. d. diaphanes*

2015 г. - *G. elongata*, *N. d. diaphanes*, *N. (N.) abyssorum*, *Ph. S. strombus*

Таблица 1. Основные количественные характеристики

Table 1. Main quantitative characteristics

Виды	Плотность поселений, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<i>G. elongata</i>	4±2,449	0,038±0,024
<i>N. (N.) abyssorum</i>	20±7,071	0,028±0,010
<i>Nephasoma d. diaphanes</i>	16±4,000	0,020±0,003
<i>Phascolion s. strombus</i>	4±2,449	0,038±0,025
Всего на станции:	44±12,074	0,096±0,024

В результате проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что в данном районе постоянно присутствуют только три вида: *N. (N.) d. diaphanes*, *N. (N.) abyssorum* и *Ph. (Ph.) s. strombus*. Видовой показатель варьируется от 1 до 3 видов/станцию. Среднегодовалый показатель за 2001–2013 гг. оценивается в 2,8 вида на первую станцию меридиана. Следовательно, в 2015 г. видовой состав незначительно увеличился.

Плотность поселений менялась с 2001 по 2013 гг. с 7,5 до 26 экз./м², причем в течение времени имела слабовыраженную тенденцию к снижению. Среднегодовалый показатель за 2001–2013 гг. оценивается в 22 экз./м². Наши исследования в 2015 г. показали видимое увеличение – 44±12,074 экз./м² (рис. 2).

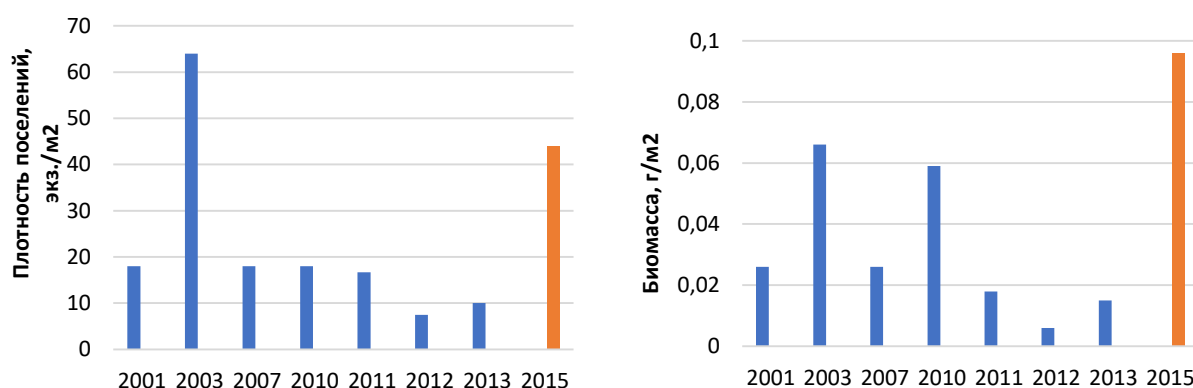


Рис. 2. Изменение плотности поселений сипункулид (слева) и биомассы (справа) на 1-й станции разреза «Кольский меридиан» с 2001 по 2015 гг.

Fig. 2. Changes in the density of sipunculid settlements (left) and biomass (right) at the 1st station of the Kola Meridian section from 2001 to 2015

Биомасса менялась в разные годы от 0,006 до 0,066 г/м², составляя в среднем 0,031 г/м² (рис. 2). Биомасса, зафиксированная в 2015 г (0,096±0,024 г/м²), значительно превышает и отдельные по годам, и среднегодовое значение. Следует отметить, что высокая плотность поселений наряду со сравнительно небольшой биомассой в 2003 г. говорит о прошедшем недавно размножении и большинство сипункулид представлены молодыми экземплярами. А вот отбор проб в 2015 г. состоялся практически перед этим процессом.

Проведенные в 2015 г. зообентосные исследования на первой станции разреза «Кольский меридиан» показали одномоментное увеличение основных количественных показателей сипункулид. Выше отмечено, что на изучаемую станцию оказывает влияние Мурманское прибрежное течение. Однако, популярное, в настоящее время, мнение о потеплении

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 25–31.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 25–31.

[Денисенко, 2007], не имеет никакого отношения к поселениям сипункулид. Достаточно сказать, что эти беспозвоночные в широких пределах эвритермные.

Они образуют плотные скопления и в значительно более суровых условиях Карского моря [Гарбуль, 2006], и в менее таковых (по сравнению с Баренцевым) Норвежского и Гренландского морей [Kędra, Murina, 2007].

С 2000 по 2015 гг. изменение солёности на акватории не обнаружено. Таким образом, наибольшее значение приобретает воздействие вод Кольского залива. Следовательно, между 2013 и 2015 гг. произошло некое событие, или ряд событий, значительно снизившее поступление загрязняющих веществ в Баренцево море.

Кольский залив.

На акватории Кольского залива с 2017 по 2018 гг. обнаружено повторное заселение сипункулид. В среднем колене, на полигоне, обнаружено по одному экземпляру *N. (N.) abyssorum* и *Ph. s. strombus* и 19 экземпляров *G. v. vulgaris*. Обнаруженные особи молодые и существуют с конца лета, начало сентября – сезон размножения сипункулид (в Баренцевом море) не менее 3 месяцев. Биомасса на станциях изменялась от $0,001 \pm 0,0001$ до $0,027 \pm 0,003$ г/м² и составила в среднем $0,006 \pm 0,004$ г/м². Плотность поселений варьировала от $2 \pm 0,2$ до $14 \pm 1,2$ экз./м² и в среднем составила $5,25 \pm 0,4$ экз./м².

Второе поселение сипункулид обнаружено в северном колене, на выходе из залива (ст. 9, 12–14). Здесь отмечено 7 экземпляров *Ph. (Ph.) s. strombus*, 6 – *N. N. abyssorum* и 1 – *N. (N.) eremita*. Биомасса изменялась от $0,005 \pm 0,001$ до $0,217 \pm 0,02$ г/м² и составила в среднем $0,075$ г/м². Плотность поселений колебалась от $3,3 \pm 0,9$ до $33 \pm 8,8$ экз./м², составляя в среднем $10,8 \pm 2,9$ экз./м². Так же можно отметить, что на акватории появились голотурии – типичнейшие детритофаги, исчезнувшие из видовых списков в 90 годах прошлого века.

Выводы

1. С 2000 по 2013 гг. видовой состав сипункулид в пределах десяти станций разреза «Кольский меридиан» увеличился на два таксона и составил 9 видов.

2. Фоновыми видами на этих станциях являются *N. (N.) abyssorum*, *N. diaphanes* и *Ph. strombus*. Численность сипункулид демонстрирует слабовыраженную тенденцию к уменьшению в северном направлении. На этом фоне до 2015 г. станция 1, расположенная на выходе из Кольского залива, отличалась количественным обеднением, предположительно антропогенной природы.

3. За период исследований, характеризующийся устойчивым положительным температурным трендом, отмечено, что виды *N. (N.) abyssorum* и *N. (N.) d. diaphanes* демонстрировали тенденцию к уменьшению обилия, а вид *Ph. (Ph.) s. Strombus* – его незначительное увеличение. Ярко выраженное уменьшение численности и сдвиг южной границы ареала к северу отмечены для арктического вида *N. (N.) lilljeborgi*.

4. Наблюдается общая тенденция к сокращению численности сипункулид в пределах разреза «Кольский меридиан».

5. В 2015 г. зафиксировано внезапное и неожиданное увеличение всех количественных показателей поселений сипункулид на 1-й станции разреза «Кольский меридиан». В 2017–2018 гг. в Кольском заливе отмечено повторное заселение акватории представителями типа Siphuncula. Эти факты свидетельствуют о значительном сокращении антропогенной нагрузки на Кольский залив, и как следствие – на южную часть разреза «Кольский меридиан».

Список источников

- Вагин В. Л. Гефирей–Gephyrea // Животный мир СССР. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1937. С. 555–557.
- Гадд Г. Список гефирей Кольского залива и 2 новых вида Phascolosoma. Тр. СПб. общ. естествоисп., 1911. 4, 1. С. 102–105.
- Гарбуль Е. А. Морские черви Sipuncula, Priapulida, Echiura юго-восточной части Баренцева моря // Материалы XXI конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института (Мурманск, апрель 2003 г.). Мурманск: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 11–20.
- Гарбуль Е. А. Фауна морских червей Sipuncula и Priapulida Карского моря (по результатам экспедиций 2000 г.) // Материалы XXIV конференции молодых ученых ММБИ (Мурманск, май 2006). Мурманск, 2006. С. 9–11.
- Гарбуль Е. А. Распределение морских червей Sipuncula в районе Новой Земли и Земли Франца-Иосифа // Докл. РАН. 2009. Т. 426. № 6. С. 834–837.
- Денисенко С. Г. Зообентос Баренцева моря в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. В рамках подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» Федеральной целевой программы «Мировой океан», II этап (2003–2007 гг.). Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 418–511.
- Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Импер. Акад. Наук. 1915. Т. 34, сер. 8. 929 с.
- Зацепин В. И. Классы Echiuridae, Sipunculidae, Priapulidae // Определитель фауны и флоры северных морей СССР. М.: Советская наука, 1948. С. 168–174.
- Зенгер Н. К. О червях из Gephyrea, найденных В. Н. Ульяниным у Новой Земли и у берегов Норвегии // 51 засед. общ. любит. естеств., антроп. и этногр. 1870. С. 396–397.
- Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря. Л.: Советская наука, 1947. Т. 2. 588 с.
- Максимович Н. В., Погребов В. Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. Л.: ЛГУ, 1986. 97 с.
- Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Усягина И. С., Касаткина Н. Е. Многолетняя динамика радиоактивного Баренцево-Карского региона (1960–2013 гг.) // Доклады Академии Наук. 2014. Т. 458, №4, С. 1–4.
- Пергамент Т. С. О новом роде и малоизвестном виде Sipunculida из Северного Ледовитого океана. Тр. экспед. «Седов», М.-Л., 1946. 3. С. 189–193.
- Garbul E. A., Anisimova N. A. Some features of the quantitative distribution of sipunculan worms (Sipuncula) in the central and southern Barents Sea // Oceanologia. 2012. Vol. 54(1). 1–16 p. (Режим доступа: doi:10.5697/oc.54-1.001).
- Monika Kędra, Galena V. Murina The sipunculan fauna of Svalbard // Polar Research 26. 2007. P. 37–47. Doi: 10.1111/j.1751-8369.2007.00005.x.

References

- Vagin V. L. Gephyria – Gephyrea [Gephyria – Gephyrea]. Zhivotnyj mir SSSR [Animal world of the USSR]. Moscow-Leningrad, Izd. AS USSR, 1937, pp. 555–557. (In Russ.).
- Gadd G. Spisok gefirej Kol'skogo zaliva i 2 novyh vida Phascolosoma [List of gephyrias of the Kola Bay and 2 new species of Phascolosoma]. Tr. SPb. obshh. estestvoisp. [Proceedings of St. Petersburg Society of Naturalists], 1911. 4, 1. pp. 102–105. (In Russ.).
- Garbul' E. A. Morskie chervi Sipuncula, Priapulida, Echiura jugo-vostochnoj chasti Barenceva morja [Marine worms Sipuncula, Priapulida, Echiura in the southeastern part of the Barents Sea]. Materialy XXI konferencii molodyh uchenyh Murmanskogo morskogo biologicheskogo instituta (Murmansk, aprel' 2003 g.) [Proceedings of the XXI Conference of Young Scientists of the Murmansk Marine Biological Institute (Murmansk, April 2003)]. Murmansk: Izd. KNC RAN, 2003, pp. 11–20. (In Russ.).
- Garbul' E. A. Fauna morskikh chervej Sipuncula i Priapulida Karskogo morja (po rezul'tatam jekspedicij 2000 g.) [Fauna of marine worms Sipuncula and Priapulida in the Kara Sea (based on the results of expeditions in 2000)]. Materialy XXIV konferencii molodyh uchenyh MMBI (Murmansk, maj 2006)

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 25–31.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 25–31.

- [Proceedings of the XXIV Conference of Young Scientists MMBI (Murmansk, May 2006)]. Murmansk, 2006, pp. 9–11. (In Russ.).
- Garbul' E. A. Raspređenje morskih červej Sipuncula v rajone Novoj Zemli i Zemli Franca-Iosifa [Distribution of marine worms Sipuncula in the region of Novaya Zemlya and Franz Josef Land]. Dokl. RAN [Doklady Biological Sciences], 2009, Vol. 426, No. 6, pp. 834–837. (In Russ.).
- Denisenko S. G. Zoobentos Barenceva morja v uslovijah izmenjajushhego klimata i antropogenogo vozdejstvija [Zoobenthos of the Barents Sea under conditions of changing climate and anthropogenic impact]. Dinamika morskih jekosistem i sovremennye problemy sohraneniya biologicheskogo potentsiala morej Rossii. V ramkah podprogrammy «Issledovanie prirody Mirovogo okeana» Federal'noj celevoj programmy «Mirovoj okean», II jetap (2003–2007 gg.) [Dynamics of Marine Ecosystems and Modern Problems of Biological Potential Preservation for Seas in Russia. Within the framework of the subprogram "World Ocean Nature Research" of the Federal Target Program "World Oceans", Phase II (2003–2007)]. Vladivostok, Dal'nauka, 2007, pp. 418–511. (In Russ.).
- Derjugin K. M. Fauna Kol'skogo zaliva i uslovija ee sushhestvovanija [The fauna of the Kola Bay and its conditions]. Zap. Imp. Akad. Nauk. [Notes of the Imperial Academy of Sciences], 1915, Vol. 34, ser. 8, 929 p. (In Russ.).
- Zacepin V. I. Klassy Echiuridae, Sipunculidae, Priapulidae [Classes Echiuridae, Sipunculidae, Priapulidae]. Opredelitel' fauny i flory severnyh morej SSSR [Identifier of Fauna and Flora of the Northern Seas in the USSR]. Moscow, Sovetskaja nauka, 1948, pp. 168–174. (In Russ.).
- Zenger N. K. O chervjah iz Gephyrea, najdennyh V. N. Ul'janinym u Novoj Zemli i u beregov Norvegii [About the Gephyrea worms found by V. N. Ulyanin near Novaya Zemlya and off the coast of Norway]. 51 zased. obshh. ljubit. estestv., antrop. i jetnogr [LI meeting of the Society of Amateurs of Natural History, Anthropology, and Ethnography]. 1870, pp. 396–397. (In Russ.).
- Zenkevich L. A. Fauna i biologicheskaja produktivnost' morja [Fauna and biological productivity of the sea]. Leningrad, Sovetskaja nauka, 1947, Vol. 2, 588 p. (In Russ.).
- Maksimovich N. V., Pogrebov V. B. Analiz kolichestvennyh gidrobiologicheskikh materialov [Analysis of quantitative hydrobiological materials]. Leningrad, LGU, 1986, 97 p. (In Russ.).
- Matishov G. G., Matishov D. G., Usjagina I. S., Kasatkina N. E. Mnogoletnjaja dinamika radioaktivnogo Barencevo-Karskogo regiona (1960–2013 gg.) [Multiyear dynamics of the radioactive Barents-Kara region (1960–2013)]. Doklady Akademii Nauk [Doklady of the Sciences Academy]. 2014, Vol. 458, No. 4, pp. 1–4. (In Russ.).
- Pergament T. S. O novom rode i maloizvestnom vide Sipunculida iz Severnogo Ledovitogo okeana [On a new genus and a little-known species Sipunculida from the Arctic Ocean]. Tr. jeksped. «Sedov» [Proceedings of the "Sedov" expedition]. Moscow-Leningrad, 1946, 3, pp. 189–193. (In Russ.).
- Garbul E. A., Anisimova N. A. Some features of the quantitative distribution of sipunculan worms (Sipuncula) in the central and southern Barents Sea. Oceanologia, 2012, Vol. 54(1), pp. 1–16. doi:10.5697/oc.54-1.001
- Kędra Monika, Murina Galena V. The sipunculan fauna of Svalbard. Polar Research, 2007, 26, pp. 37–47. doi: 10.1111/j.1751-8369.2007.00005.x.

Статья поступила в редакцию 26.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 26.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

К. Ю. Фомин

Полярный филиал ВГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н. М. Книповича)

ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

fomin@pinro.ru

ВЛИЯНИЕ МЕР ПО ЗАЩИТЕ ДОННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРОМЫСЕЛ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Аннотация

В статье представлены критерии причисления морских экосистем к статусу «уязвимых», информация о заключении и исполнении Соглашения о мерах по защите уязвимых биотопов в Баренцевом море, а также статистика объёма и производительности промысла в предусмотренных Соглашением районах до и после его вступления в силу. Произведён анализ динамики промысла.

Ключевые слова:

ПИНРО, МГТУ, Баренцево море, уязвимые морские экосистемы, промысел.

К. Yu. Fomin

Polar branch of VNIRO (“PINRO” named after N.M. Knipovich)

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

fomin@pinro.ru

EFFECT OF BOTTOM ECOSYSTEM PROTECTION MEASURES ON FISHERY IN THE BARENTS SEA

Abstract

The criteria of assigning the “vulnerable” status to marine ecosystems, information on creation and compliance of Agreement on the measures for protection of vulnerable biotopes of the Barents Sea are presented, as well as the statistics for volume and productivity of fisheries in the areas defined by the Agreement, before and after its coming into effect. The analysis of fishery dynamics is conducted.

Keywords:

PINRO, MSTU, Barents Sea, vulnerable marine ecosystems, fishery.

Термин «уязвимые морские экосистемы» (УМЭ) впервые был сформулирован на заседании Генеральной ассамблеи ООН в 2004 г. В 2006 г. резолюция ГА ООН 61/105 по устойчивому рыболовству призывала государства «либо самостоятельно, либо через соответствующие региональные рыбохозяйственные организации, принять меры для предотвращения значительного негативного воздействия промысла на уязвимые морские экосистемы [Обеспечение..., 2007]. Также данная резолюция призывала национальные и международные регулирующие органы принять меры по предотвращению негативных последствий промысла в районах их ответственности.

Согласно «Международным руководящим принципам регулирования глубоководного промысла в открытом море», утверждённым Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) ООН в 2008 г., морская экосистема квалифицируется как уязвимая на основе ряда критериев [Международные..., 2009]:

1. уникальность или редкость населяющих экосистему видов, например, эндемичных или находящихся под угрозой исчезновения;
2. функциональное значение экосистемы для выживания, размножения, нагула и т.д. определенных видов гидробионтов;

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 32–38.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 32–38.

3. хрупкость, т.е. высокая степень повреждений, получаемых экосистемой в связи с антропогенной деятельностью;
4. затрудненное восстановление экосистемы, включающей в себя виды с медленным темпом роста и созревания, либо с невысоким уровнем прироста;
5. структурная сложность, характеризующаяся высокой степенью разнообразия организмов, составляющих экосистему, и взаимоотношений между ними.

Помимо этого, в качестве элементов донного рельефа, потенциально способных образовывать основу для УМЭ, отмечены подводные склоны, гребни и возвышенности, каньоны и впадины, гидротермальные жерла и просачивания холодных фильтратов.

Выбор защитных мер для предотвращения негативного воздействия на донные экосистемы возлагается полностью на местные рыбохозяйственные организации. Наиболее эффективным с этой точки зрения признано ограничение использования донных орудий лова на тех участках, где подтверждено или с достаточно высокой степенью достоверности предполагается присутствие УМЭ.

В 2020 г. ряд рыбопромышленных компаний (ГК «Норвебо» ГК «ФЭСТ», АО «Архангельский траловый флот» и НО «Союз рыбопромышленников Севера») заключили Соглашение о мерах по защите уязвимых биотопов Баренцева моря [О заключении..., 2020]. В рамках Соглашения предусмотрено три района, для которых характерна высокая вероятность присутствия УМЭ (рис. 1).

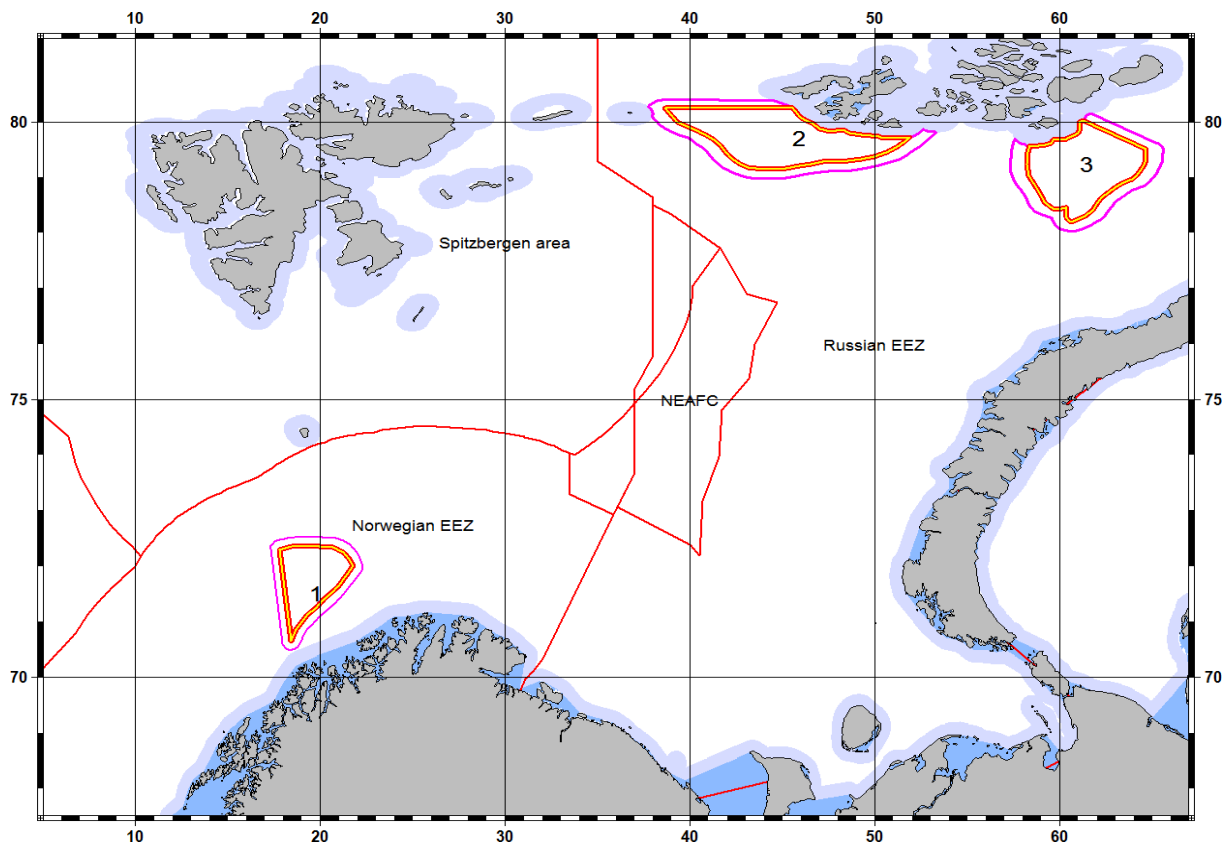


Рис. 1. Карта районов с высокой вероятностью присутствия УМЭ в Баренцевом море по данным СРПС (www.srps.ru)

Fig. 1. Map of areas with high probability of VME presence in the Barentz Sea according to the SRPS data (www.srps.ru)

Участники Соглашения обязуются по возможности ограничивать использование донных тралов при ведении промысла в указанных районах. Помимо этого, в обязанности участников входит учёт прилова донных организмов на промысле в пределах районов и разработка программы наблюдателей на промысловых судах, осуществляющих промысел донными орудиями лова, с целью сбора научных данных о распределении донных видов.

В 2021 г. пресс-службой Союза рыбопромышленников Севера были опубликованы предварительные итоги соблюдения Соглашения [О реализации..., 2021]. Согласно приведённым сведениям, площадь дна, подверженная воздействию орудий лова в 2015–2017 гг. и во второй половине 2020 г., составила 0,8–0,9 % площади Баренцева моря ежегодно, в среднем достигая 3460 кв. мор. миль (рис. 2). При этом общая площадь морского дна, потенциально подверженная воздействию донных орудий лова, за тот же период составила 14749 кв. мор. миль или около 3,6 % площади Баренцева моря. Общая площадь акватории, на которой работал флот во второй половине 2020 г. (не только донными орудиями лова), равнялась 53818 кв. мор. миль или около 13 % площади Баренцева моря.

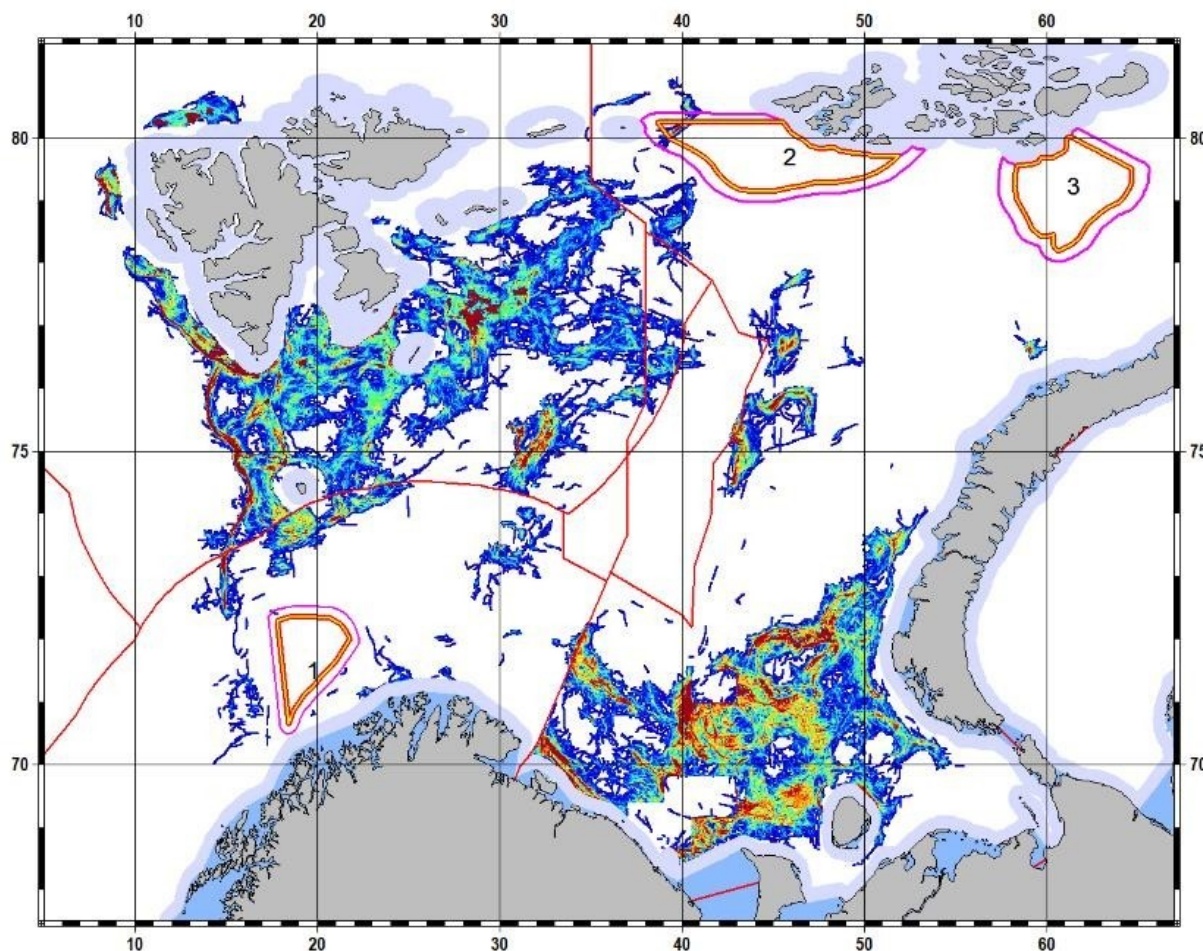


Рис. 2. Карта районов донного промысла в Баренцевом море в 2015–2017 гг. и во второй половине 2020 г. (www.srps.ru)

Fig. 2. Map of bottom fishing areas in the Barentz Sea in 2015–2017 and in the second half of 2020 (www.srps.ru)

Целью данной работы является анализ производительности промысла и статистики вылова морских биоресурсов в указанных в Соглашении районах за два периода: 2011–2020 гг. и 2020–2021 гг. Использовались данные Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО». В силу

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 32–38.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 32–38.

сложной формы рассматриваемых районов вокруг них описывались четырёхугольники с точностью до градуса; таким образом, в каждом из случаев представлены данные по соответствующему району и прилегающей акватории. Вылов и производительность в 2020 г. рассматривались как две пары значений: за январь-июль и за август-декабрь, после вступления Соглашения в силу.

Район № 1. Наиболее активный район с точки зрения динамики промысла. Основные объекты – треска, пикша, в меньшей степени окуни, черный палтус, сайда. В период 2011–2020 гг. общий вылов колебался от 64 до 98 тыс. т в год, производительность – от 30,7 до 42,3 т на судо-сутки лова (рис. 3). Во второй половине 2020 г. суда работали около 10 судо-суток и выловили около 4,5 т гидробионтов, поэтому на рисунке 2020 г. не разделён. В 2021 г. производительность промысла осталась на уровне 28,2 т на судо-сутки лова, общий вылов снизился до 39 тыс. т пропорционально снижению промыслового усилия: если в 2011–2020 гг. этот показатель оставался на уровне 2000–2300 судо-суток, то в 2021 г. он составил только 1400 судо-суток, в связи со сложной эпидемиологической обстановкой.

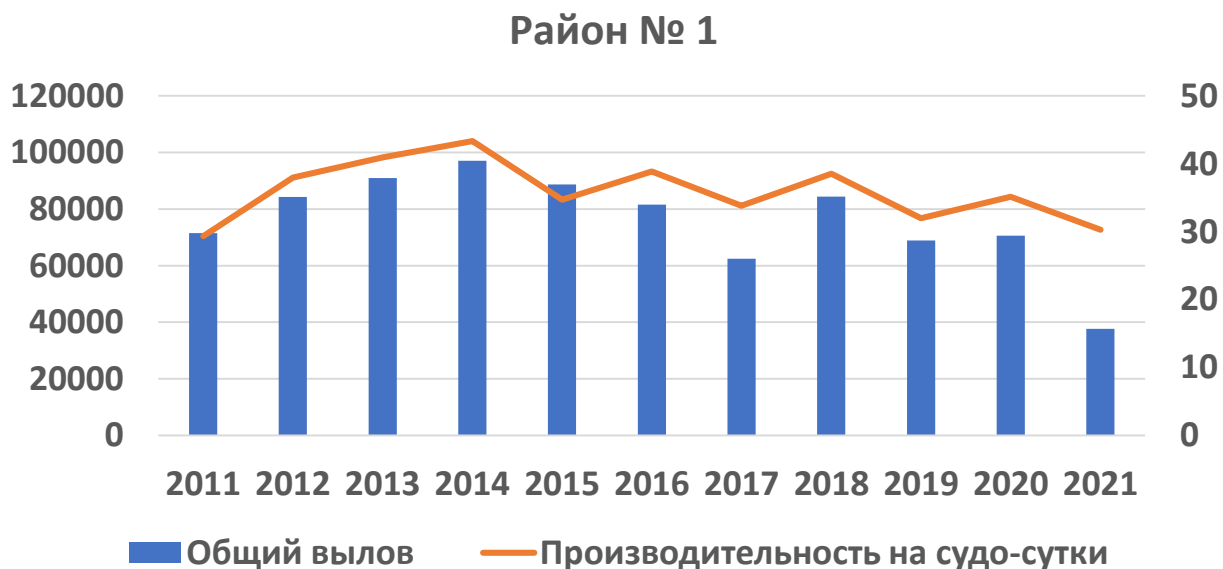


Рис. 3. Динамика общего вылова и производительности промысла российскими судами в районе № 1 и прилегающих водах, согласно данным Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»

Fig. 3. Dynamics of total catches and productivity of fishery by Russian vessels in area №1 and adjacent waters, according to the data from Polar branch of VNIRO

Район № 2. Значительно менее активный район. Основной объект промысла – треска, среди прочих объектов выделяется креветка, остальные прилавливаются в небольшом количестве. Из года в год величина промыслового усилия носит переменчивый характер: так, в 2013 г. суда отработали в общей сложности 10 судо-суток, в 2015 г. – около 30 судо-суток. Выделяются 2016 и 2017 гг.: в первом случае общий вылов составил 3,5 тыс. т за 206 судо-суток, во втором – 2,07 тыс. т за 127 судо-суток (рис. 4). Производительность промысла в этот период также существенно возросла, до 16,9 и 16,2 т на судо-сутки соответственно. В качестве возможной причины такого увеличения можно предположить концентрацию промысловых усилий на определённом участке, по которому на судах имеется информация о присутствии рыбных скоплений. Весь промысел в 2020 г. шёл после 1 августа, производительность была сравнима с показателями 2014 или 2018 г. В 2021 г. в районе было отработано всего 5 судо-суток одним судном, общий вылов составил около 2 т.



Рис. 4. Динамика общего вылова и производительности промысла российскими судами в районе № 2 и прилежащих водах, согласно данным Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»

Fig. 4. Dynamics of total catches and productivity of fishery by Russian vessels in area № 2 and adjacent waters, according to the data from Polar branch of VNIRO

Район № 3. Расположен вдалеке от основных районов промысла, как следствие –крайне низкая активность судов, лакуны в данных. Информация за период 2011–2020 г. носит фрагментарный характер, но за одним исключением, каждый год производительность и общий вылов находились на крайне низком уровне (рис. 5). В 2019 г. получен улов креветки в размере 59 т, остальные виды прилавливались штучно. Промысел 2020 г. можно поделить на первую и вторую половину года, производительность в январе-июле составила 2,1 т на судо-сутки лова, в августе-декабре 0,2 т на судо-сутки лова, однако связано ли это с избеганием обозначенного в Соглашении района, неясно. В 2021 г. промысел в районе не отмечался.



Рис. 5. Динамика общего вылова и производительности промысла российскими судами в районе № 3 и прилежащих водах, согласно данным Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»

Fig. 5. Dynamics of total catches and productivity of fishery by Russian vessels in area № 3 and adjacent waters, according to the data from Polar branch of VNIRO

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 32–38.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 32–38.

В качестве заключения можно отметить, что два из трёх рассматриваемых районов затруднительны для регулярного ведения промысла, т.к. они расположены на относительно большом расстоянии от основных портов Баренцева моря и не имеют достаточно промысловой статистики для анализа распределения промысловых концентраций водных биоресурсов. Вследствие этих же причин затруднительно оценить влияние предусмотренных Соглашением защитных мер в районах № 2 и № 3. Тем не менее, по району № 1 можно заключить, что полтора года режима его «избегания» промысловыми судами не привели к существенному снижению производительности лова. Дальнейший сбор данных может поспособствовать как подтверждению этого вывода, так и появлению противоположных точек зрения. В качестве их источника, как и раньше, целесообразно использовать отчётность с промысловых судов и документацию регулирующих организаций. Помимо данных о распределении промысловых усилий, для анализа эффективности защитных мер может быть также использована статистика приловов видов-индикаторов УМЭ, регистрация которых при ведении промысла также предусмотрена Соглашением.

Список источников

Обеспечение устойчивого рыболовства, в том числе за счет реализации Соглашения 1995 года об осуществлении положений Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву от 10 декабря 1982 года, которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими, и связанных с ним документов // Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 61/105. 2007. С. 20-23. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N06/500/75/PDF/N0650075.pdf> (дата обращения: 12.09.2022 г.)

Международные руководящие принципы регулирования глубоководного промысла в открытом море // ФАО. Рим, 2009 г. 25 с.

О заключении Соглашения о мерах по защите уязвимых биотопов Баренцева моря // Пресс-релиз Союза рыбопромышленников Севера. 2020. URL: http://srps.ru/index.php/news_reader_union/items/o-zakljuchenii-soglashenija-o-merax-po-zaschite-ujazvimyx-biotopov-barenceva-morja-copy.html (Дата обращения: 12.09.2022 г.)

О реализации Соглашения о мерах по защите уязвимых биотопов Баренцева моря в 2020 г. // Пресс-релиз Союза рыбопромышленников Севера. 2021. URL: http://srps.ru/index.php/news_reader_union/items/soglashenie-o-merax-po-zaschite-ujazvimyx-biotopov-barenceva-morja-itogi-pervogo-goda.html (дата обращения: 12.09.2022 г.)

References

Obespechenie ustojchivogo rybolovstva, v tom chisle za schet realizacii Soglashenija 1995 goda ob osushhestvlenii polozhenij Konvencii Organizacii Ob'edinennyh Nacij po morskomu pravu ot 10 dekabrja 1982 goda, kotorye kasajutsja sohraneniya transgranichnyh rybnih zapasov i zapasov daleko migrirujushhih ryb i upravlenija imi, i svjazannyh s nim dokumentov [Sustainable fisheries, including through the Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks, and related instruments]. Rezoljucija General'noj Assamblei OON 61/105., 2007. pp. 20-23. (In Russ.). Available at: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N06/500/75/PDF/N0650075.pdf> (accessed 12.09.2022).

Mezhdunarodnye rukovodjashhie principy regulirovanija glubokovodnogo promysla v otkrytom more [International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas]. FAO. Rome, 2009, 25 p.

O zakljuchenii Soglashenija o merah po zashchite ujazvimyh biotopov Barenceva morja [The Agreement on the Measures for Protection of Vulnerable Habitats in the Barents Sea]. Press-reliz Sojuza rybopromyshlennikov Severa [Press release of the Fishing Industry Union of the North]. 2020. Available

Секция «Биоресурсы и аквакультура»

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 32–38.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 32–38.

at: http://srps.ru/index.php/news_reader_union/items/o-zakljuchenii-soglashenija-o-merax-po-zaschite-ujazvimyx-biotopov-barenceva-morja-copy.html (accessed 12.09.2022).

О реализации Соглашения о мерах по защите уязвимых биотопов Баренцева моря в 2020 г. [Implementation of the Agreement on the Measures for Protection of Vulnerable Habitats in the Barents Sea in 2020]. Press-reliz Sojuza rybopromyshlennikov Severa [Press release of the Fishing Industry Union of the North]. 2021. Available at: http://srps.ru/index.php/news_reader_union/items/soglashenie-o-merax-po-zaschite-ujazvimyx-biotopov-barenceva-morja-itogi-pervogo-goda.html (accessed 12.09.2022).

Статья поступила в редакцию 19.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 19.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 39–42.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 39–42.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.006

УДК 639.371/.374

К. А. Залесских

ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

Ksu241000@icloud.com

ВОСПРОИЗВОДСТВО СИГА ОБЫКНОВЕННОГО В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье представлены цели, задачи работы. Произведен расчет-рыбоводный, оборудование и расчет корма, так же представлена план-схема и календарный план работы завода. Дана характеристика каждого этапа выращивания.

Ключевые слова:

Имандра, сиг обыкновенный, рыбоводный расчет, план хозяйства.

K. A. Zalesskikh

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

Ksu241000@icloud.com

REPRODUCTION OF WHITEFISH IN THE MURMANSK REGION

Abstract

The article presents the goals and objectives of the work. The calculation was made- fish farming, equipment and feed calculation, as well as a plan-scheme and a calendar plan of the plant's work. The characteristics of each stage of cultivation are given.

Keywords:

Imandra, common whitefish, fish farming calculation, farm plan.

Сиговодство представляет собой одно из перспективных направлений садкового рыбоводства на внутренних водоемах России. Сиг при определенных условиях способен расти зимой подо льдом. Эта уникальная физиологическая особенность сигов может быть использована при осуществлении интенсивного товарного выращивания. Сиг характеризуется быстрыми темпами роста, что позволяет создавать конкурентоспособную пищевую продукцию за один или два нагульных сезона при ее деликатесных гастрономических достоинствах и высокой экономической рентабельности процесса выращивания.

Цель работы – расчет рыбоводного хозяйства по искусственному воспроизводству сига обыкновенного мощностью 600 тыс. шт. сеголетков на озере Имандра (Мурманская область).

Актуальность работы. Озеро Имандра – один из крупнейших водоемов Арктической зоны Российской Федерации, испытывающий на протяжении многих десятков лет мощное многофакторное воздействие. Вылов рыбы в 40-50-е годы XX века в среднем составлял 160 т в год. В 70-е годы произошел подрыв рыбных запасов озера. Основные причины: колебания уровня режима водоема, ставшего озером-водохранилищем после сооружения каскада Нивских ГЭС, перелов и загрязнение сточными водами промышленных предприятий. [Антропогенные..., 2002]

Среди первоочередных мер по стабилизации ситуации в оз. Имандра – интенсификация работ в области пастбищного воспроизводства ценного промыслового вида – сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* L.

Особенностью сига – это большое количество экологических форм, которые отличаются по морфологическим признакам, по ареалу обитания и месту нереста. По характеру питания сига питаются планктофагами, бентофагами, так же присутствует смешанное питание и даже хищники. Для сига характерен темный окрас спины и серебристый на брюшке.

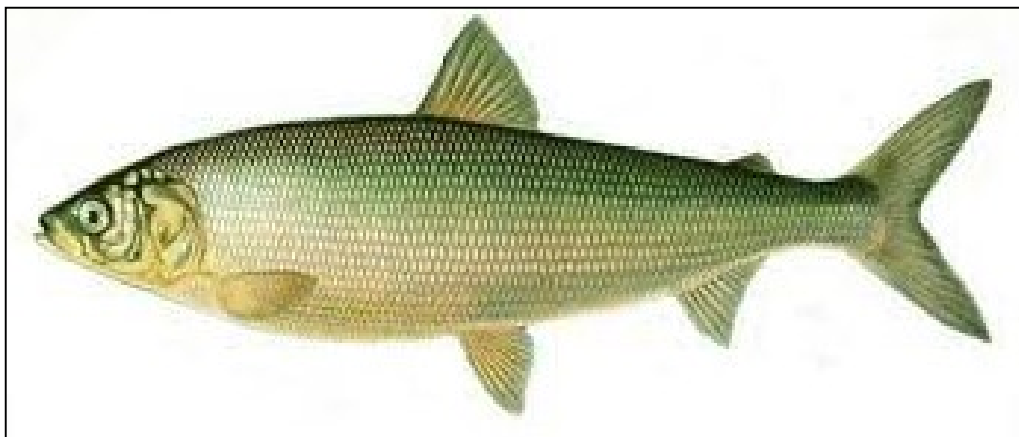


Рис. 1. Внешний вид сига обыкновенного [Боровикова, Махров, 2009].

Fig. 1. The appearance of an ordinary whitefish [Borovikova, Makhrov, 2009]

Плавники темного цвета, а спинной и хвостовой плавник могут быть черными. Такое сочетание цветов позволяет сигу маскироваться от нежелательных хищников и выполняет защитную функцию.

Сиг распространяется циркумполярно (рис. 2). Ареал обитания сига широко распространён по бассейнам морей Северно-Ледовитого океана в разных странах (России, Канада, США). В нашей стране он встречается в Баренцевом, Белом и Чукотском морях, иногда встречается в реках Прибалтики и Сибири.

Подобрана площадка для размещения рыбоводного хозяйства на территории озера Имандра в поселке Тик-Губа.

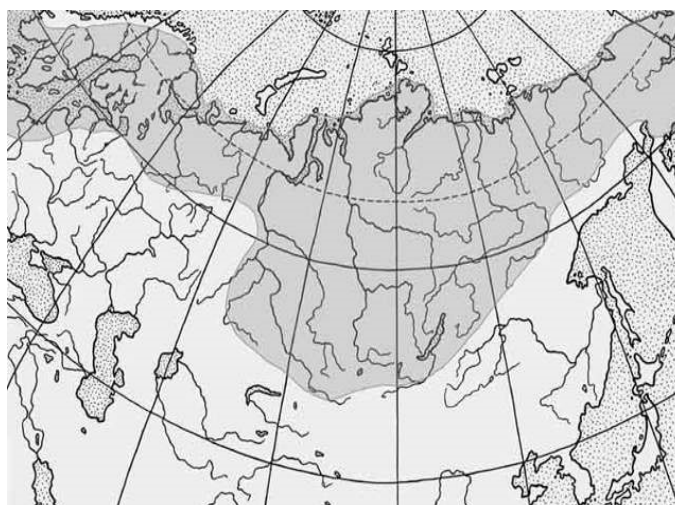


Рис. 2. Распространение сига обыкновенного [Боровикова, Махров, 2009]

Fig. 2. Distribution of whitefish [Borovikova, Makhrov, 2009]

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 39–42.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 39–42.

Выращивание рыбы будет основываться на биотехнических нормативах, отработанных в других регионах [Аквакультура..., 2022]. Однако опыта выращивания сиговых рыб в Мурманской области ещё недостаточно, поэтому многие нормативы могут корректироваться в ходе непосредственной работы завода.

Для выпуска 600 тыс. шт. сеголетков по итогам рыбоводного расчета необходимо заложить на инкубацию 1 827 485 шт. икринок, что в свою очередь потребует отлова 1090 производителей. Произведен также расчет оборудования, необходимого для инкубации икры и подращивания молоди.

Выпуск молоди будет осуществляться как в рамках государственного задания (600 тыс. шт.), так и для компенсации ущерба, нанесенного водным биоресурсам (16,7 тыс. шт.). Предусмотрена продажа рыбопосадочного материала другим хозяйствам.

План-схема рыбоводного хозяйства включает в себя 12 позиций. Кроме основных производственных помещений предусмотрена лаборатория для проведения гидрохимических и биологических анализов и вспомогательные помещения: холодильник для хранения рыбы на утилизацию; склад кормов; склад для хранения рыбоводного инвентаря и оборудования.

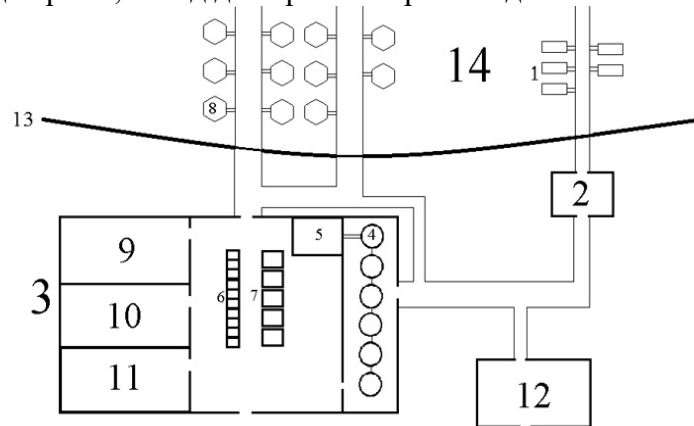


Рис. 3. План-схема рыбоводного хозяйства:

1 – делевые садки для преднерестовой выдерживания; 2 – рыбоводный пункт; 3 – инкубационный цех; 4 – аппараты Вейса; 5 – личинкоуловитель; 6 – бассейны для выдерживания личинок; 7 – бассейны для подращивания личинок; 8 – садки; 9 – лаборатория; 10 – склад корма; 11 – склад с оборудованием; 12 – административное здание; 13 – береговая линия; 14 – акватория Тик-Губы

Fig. 3. Plan-scheme of fish farming:

1 – business cages for pre-spawning aging; 2 – fish hatchery; 3 – incubation shop; 4 – Weiss apparatuses; 5 – larval catcher; 6 – pools for holding larvae; 7 – pools for growing larvae; 8 – cages; 9 – laboratory; 10 – feed warehouse; 11 – warehouse with equipment; 12 – administrative building; 13 – shoreline; 14 – Tik-Guba water area

Календарный план биотехнических мероприятий стартует в октябре (отлов производителей) и заканчивается в апреле следующего года (выпуск молоди в водоем).

Список источников

Аквакультура и окружающая среда // Global seafood. URL: <http://www.aquaculturealliance.org/> (дата обращения: 12.05.2022).

Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра / Кол. науч. центр РАН, Ин-т проблем пром. экологии Севера; отв. ред. Т. И. Моисеенко. М.: Наука, 2002. С. 284–309.

Боровикова Е. А., Махров А. А. Систематическое положение и происхождение сигов (*Coregonus*, *Coregonidae*, *Osteichthyes*) Европы. Генетический подход // *Успехи современной биологии*. Т. 129. № 1. 2009. С. 58–66.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 39–42.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 39–42.

References

Akvakul'tura i okruzhajushhaja sreda [Aquaculture and the environment]. Global seafood. Available at: <http://www.aquaculturealliance.org/> (accessed 12.05.2022).

Antropogennye modifikacii jekosistemy ozera Imandra [Anthropogenic modifications of the ecosystem of Lake Imandra]. Kol. nauch. centr RAN, In-t problem prom. jekologii Severa, 2002, M., Nauka, pp. 284–309. (In Russ.).

Borovikova E. A., Mahrov A. A. Sistematischeskoe polozhenie i proishozhdenie sigov (Coregonus, Coregonidae, Osteichthyes) Evropy. Geneticheskij podhod [Systematic position and origin of whitefishes (Coregonus, Coregonidae, Osteichthyes) of Europe. Genetic approach]. Uspehi sovremennoj biologii [Biology Bulletin Reviews], 2009, Vol. 129, No. 1, pp. 58–66. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 09.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 09.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 43–47.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 43–47.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.007

УДК 639.371/.374

Е. С. Шевелева, О. С. Тюкина

ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия
suvor0703@mail.ru

РАСЧЁТ РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ГОЛЬЦА

Аннотация

В статье представлен расчёт рыбоводного хозяйства на основе установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) по производству посадочного материала гольца. Был выполнен расчёт–рыбоводный, оборудования, корма, а также была построена схема и календарный план хозяйства. Дана характеристика каждого этапа выращивания.

Ключевые слова:

УЗВ, голец, рыбоводный расчёт, план хозяйства.

E. S. Sheveleva, O. S. Tyukina

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia
suvor0703@mail.ru

CALCULATION OF FISH FARMING BASED ON THE INSTALLATION OF CLOSED WATER SUPPLY FOR THE PRODUCTION OF CHAR PLANTING MATERIAL

Abstract

The article presents the calculation of fish farming based on the installation of a closed water supply system for the production of char planting material. The calculation was carried out–fish farming, equipment, feed, and also a scheme and a calendar plan of the farm was built. The characteristics of each stage of cultivation are given.

Keywords:

UZV, char, fish farming calculation, farm plan.

Аквакультура занимает особое место в экономике большинства стран мира, так как является одним из способов решения проблемы глобальной продовольственной безопасности наряду с растениеводством и животноводством.

Интересным представителем для аквакультуры лососёвых является арктический голец [Davidson, 2013; Литвиненко и др., 2015; Макаревич и др., 2018; Никандров и др., 2018]. Так как:

- Растёт тенденция на его полноцикличное (товарное) выращивание, включая посадочный материал
- Мясо и икра являются низкокалорийными продуктами и подходят для здорового питания. Пищевая ценность мяса и икры рыб: 135 Ккал на 100 г, а также содержится 21 % белков, 9 % жира, 3 % воды.
- Мясо арктического гольца отлично подходит для людей с дефицитом витаминов группы В, так как содержит 96 % витаминов группы В и 4 % витамина А от суточной нормы.
- Икра по мимо всего прочего содержит редкий витамин F.
- Низкие температуры Кольского полуострова более пригодны для арктического гольца как аборигенного вида этих мест.
- Является уязвимым видом и нуждается в особом внимании.

• Нуждается в компенсации запаса, подорванного хозяйственной деятельностью, чрезмерным выловом и браконьерством.

Арктический голец не простой вид, а сложно-комплексный. Это значит, что он объединяет несколько форм, сильно отличающихся и внешне, и по размерам (рис. 1.).

В России проходная форма арктического гольца запрещена к вылову. Отличительный признак гольца—это светлые пятна по всему телу.

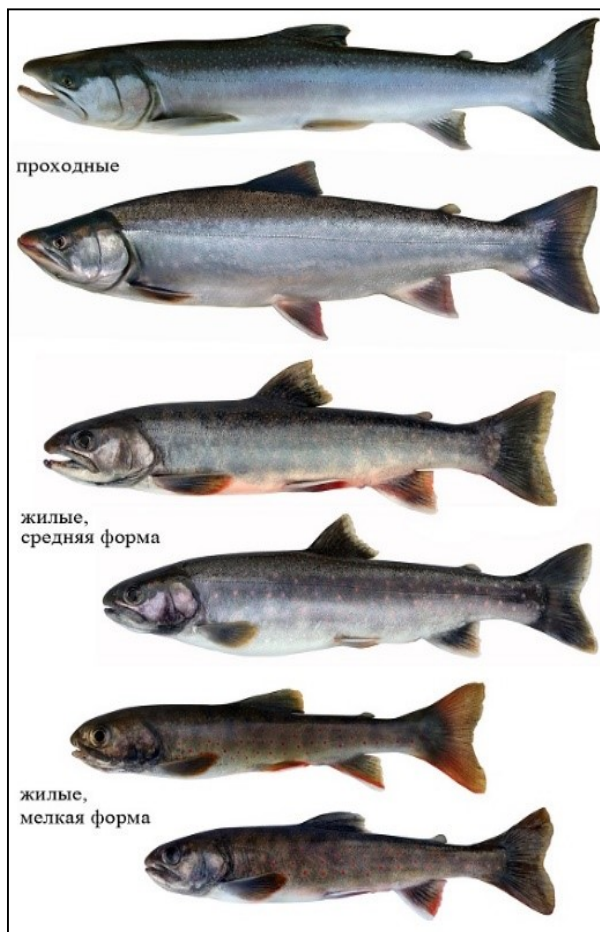


Рис. 1. Формы гольца [В поисках..., 2022]

Fig. 1. Forms of char [In search..., 2022]

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) – это технология выращивания гидробионтов с повторным использованием воды в производственных целях.

Достоинства УЗВ:

- + нет сезонных колебаний температуры (t°) → нет скачков расхода воды → нет увеличения потребления корма и двигательной активности;
- + минимальные затраты корма на единицу массы;
- + посадочный материал крупный;
- + товарная рыба большей массы;
- + смертность рыбы минимальная;
- + меньший расход воды, УЗВ потребляет 3–10 % свежей воды от объёма воды в установке в сутки;
- + экологично, так как нет эксплуатации пресноводных территорий.

Установка включает следующие основные узлы: 1 узел пресноводный (малый круг) – 1 инкубационный аппарат Вейса, 24 лотка с рамками, 9 бассейнов для личинок и 23 бассейна для мальков; 2 узел морской – 2 бассейна для производителей, 2 бассейна для годовиков и 1 бассейн для двухгодовиков. Вспомогательные элементы: насосы и компрессоры, водонагреватель, чиллер для охлаждения, фильтры, пресноводная скважина с отстойником, станция аэрации, панель управления всей установкой. [The State of world fisheries and aquaculture, 2016].

На территории аквахозяйства, также имеются технические помещения и помещения для рабочих, которых в общем количестве будет 5 человек, 1 директор, 1 главный рыбовод, 3 рыбовода, работа посменная с ночными сменами. Также имеется не штатный бухгалтер с почасовой оплатой.

Минимальная площадь необходимая для хозяйства 3 000 м² (рис. 2).

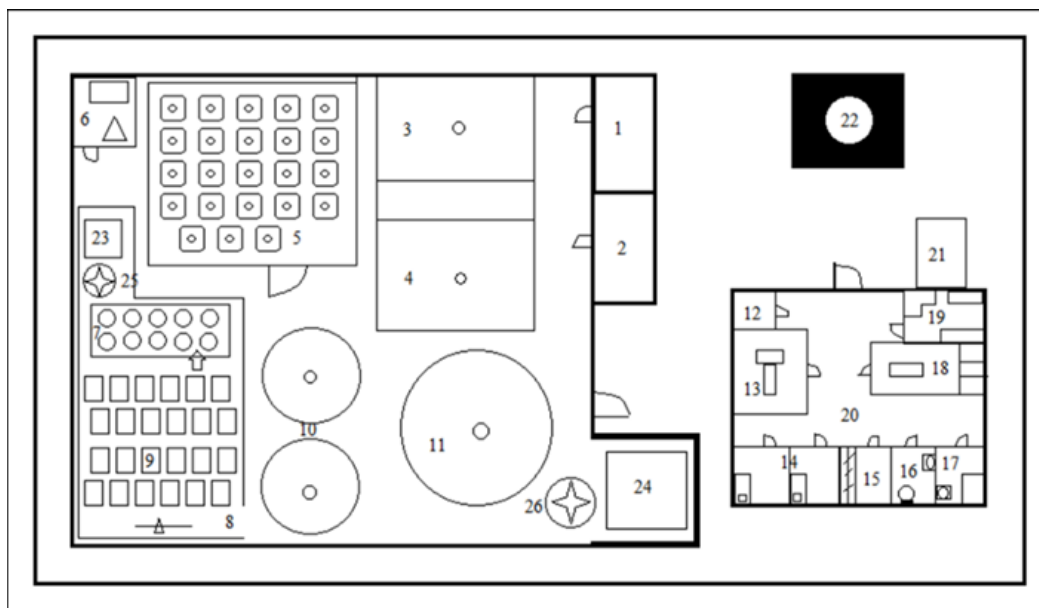


Рис. 2. Схема аквахозяйства (вид сверху):

1 – склад с кормом, 2 – склад с дезинфицирующими средствами и инвентарём, 3, 4 – бассейны для производителей, 5 – зона с бассейнами для мальков, 6 – оксигенная станция, температурные приборы (чиллер и нагревательный элемент), 7 – зона с бассейнами для личинок, 8 – аппарат Вейса для инкубации, 9 – проточные рамки в бассейнах для предличнок, 10 – бассейны для годовиков, 11 – бассейн для двухгодовиков, 12 – тамбур, 13 – кабинет для собраний, 14 – зона отдыха и для ночных смен у рыбоводов, 15 – раздевалка, 16 – туалет, 17 – душ, 18 – кухня, 19 – операторная, 20 – коридор, 21 – гараж, 22 – скважина и отстойник.

Fig. 2. The scheme of water management (top view):

1 – a warehouse with feed, 2 – a warehouse with disinfectants and inventory, 3, 4 – pools for producers, 5 – a zone with pools for fry, 6 – an oxygen station, temperature devices (chiller and heating element), 7 – a zone with pools for larvae, 8 – a Weiss apparatus for incubation, 9 – flow frames in pools for pre-students, 10 – pools for yearlings, 11 – pool for two-year-olds, 12 - vestibule, 13 – meeting room, 14 – recreation area and for night shifts at fish farmers, 15 – locker room, 16 – toilet, 17 – shower, 18 – kitchen, 19 – operator room, 20 – corridor, 21 – garage, 22 – the well and the sump.

Для производства необходимо поддерживать насыщение воды кислородом выше 80 % в бассейнах, а так же уровни CO₂ ниже 10 мг/л при щёлочности ниже, чем 100 мг/л, и менее чем 15 мг/л при более высокой щёлочности, солёность зависит от температуры, солёность 26–

30 %, а оптимальная температура 12 °С, глубина воды должна быть более 10 м³. Быстрый и однородный рост обычно может быть достигнут, когда рыба держится при плотности запаса 50–120 кг м³, при условии, что поддерживается хорошее качество воды.

Для УЗВ был выбран земельный участок в г. Мурманске по адресу проезд Автопарковый. Площадь земельного участка: 45 629 м².

В ходе рыбоводного расчёта было получено, что во время выращивания мы получим (82 тыс. икринок, 70 тыс. личинок, 53 тыс. мальков, 50 тыс. сеголетков, 32 тыс. годовиков, 25 тыс. двухгодовиков. Если производитель захочет создание ремонтно-маточного стада, то мы рекомендуем для производства 30 т продукции, необходимо 105 производителей (63 самки и 42 самца).

Икра для выращивания – икра гибрида арктического гольца, это гибрид арктического гольца с американской палией. [Американская палия..., 2022]. Такая гибридная форма имеет ряд преимуществ над естественной формой в аквакультурном разведении.

Плюсы гибридов:

- + оптимум температур от 5 до 12 °С, порог толерантности – 16 °С;
- + высокая стойкость к вирусам VHS (вирусная геморрагическая септицемия) и ИHN (инфекционный гемопоэтический некроз) (на уровне устойчивости американской палии);
- + более высокая скорость роста, чем у американской палии, сравним с радужной форелью. Вкусовые качества близки к мясу радужной форели.

В качестве корма планируется использование комбикорма для лососёвых рыб производимый в Российской Федерации – SQUAREX. Назначение корма: производственный корм для форели. Тип: гранула. Размер гранул: 1 до 15 мм, а также крупки от 0,15 до 1,2 мм. Критерий температур: выше 18 °С и ниже 5 °С. Корма для выращивания 30 т гольца нам необходимо: 3 534 кг (в дальнейшем при создании ремонтно-маточного стада ещё необходимо 190 кг).

Инженерный план готовится в течении 3 месяцев, а возведение аквафермы займёт 9 месяцев, но нужно не забывать об устранении неполадок и пробном запуске, на которые уйдёт ещё 4 месяца. Выращивание самой рыбы займёт 2,5 года.

Большая часть реализации продукции будет под новогодние праздники для большей рентабельности, после производится подсчёт прибыли и построение планов на следующий год.

Итак,

1. Для первого запуска установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) по производству 30 т продукции арктического гольца на территории г. Мурманска потребуется не менее 85 тыс. шт. икринок. В дальнейшем для получения такого количества собственной икры необходимо вырастить 105 своих производителей.

2. Для функционирования УЗВ по производству 30 т продукции необходимы аппарат Вейса – 1, инкубационные лотки – 24, бассейны для личинок – 9, бассейны для мальков – 23, бассейны для годовиков – 2, бассейны для двухгодовиков – 1. При наличии своих производителей потребуется 2 бассейна для ремонтно-маточного стада.

3. Для получения 30 т продукции арктического гольца в УЗВ в течение 2,5 лет потребуется 3,6 т корма.

4. Для функционирования гольцового аквахозяйства по типу УЗВ производительностью 30 т в г. Мурманске потребуется 22 компонента производительного, вспомогательного и бытового участков общей площадью не менее 0,3 га.

5. По примерному календарному плану рыбоводного расчёта на проектирование и строительство заложено 12 месяцев, на устранение неполадок и запуск – 4 мес., выращивание арктического гольца с инкубации икры до товарной навески в 1,5 кг – 2,5 года.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 43–47.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 43–47.

Список источников

- Davidson, W. S. Understanding salmonid biology from the Atlantic salmon genome / W. S. Davidson, G. C. Ray. *Genome*, 2013. P. 548–550.
- The State of world fisheries and aquaculture* / FAO Fisheries dep., Нормы и правила относительно рыбы и рыбопродуктов / The State of world fisheries and aquaculture / FAO Fisheries dep.. Rome, Italy: United Nations : FAO, 1997, 2016. 77 p.
- Американская палия и арктический голец SPARCTIC (Brook trout and Arctic char) // ООО «АКВАКУЛЬТУРА ГРУПП» URL: <https://aquaculture.by/catalog/malyok-ikra/oplodotvorennaaya-ikra/ikra-dabie/amerikanskaya-paliya-x-arkticheskij-golec/> (дата обращения: 29.05.2022).
- В поисках реликтовых рыб. [Электронный ресурс]. URL: <https://kronoki.ru/ru/news/newswire/2644.html> (дата обращения: 21.07.2022).
- Литвиненко А. И., Семенченко С. М., Капустина Я. А. Искусственное воспроизводство ценных видов рыб Урала и Сибири: состояние, проблемы и перспективы // *Аквакультура*. 2015. Т. 153, № 3. С. 74–84.
- Макаревич П. Р., Облучинская Е. Д., Дворецкий А. Г., Журавлева Н. Г. Современные тенденции разведения и культивирования нетрадиционных объектов аквакультуры (арктический голец, камчатский краб, морской ёж) и технологии переработки гидробионтов // *Вестник МГТУ*. 2018. Т. 21, № 2. С. 180–202.
- Никандров В. Я., Павлисов А. А., Шиндавина Н. И., Лукин А. А., Голод В. М., Липатова М. И. Арктический голец *Salvelinus alpinus* L. Перспективный объект для аквакультуры севера России // *Арктика: экология и экономика*. 2018. Т. 3, № 31. С. 137–143.

References

- Davidson W. S., Ray G. C. Understanding salmonid biology from the Atlantic salmon genome. *Genome*, 2013, pp. 548–550.
- The State of world fisheries and aquaculture / FAO Fisheries dep. / The State of world fisheries and aquaculture / FAO Fisheries dep. Rome, Italy, United Nations, FAO, 1997, 2016. 77 p.
- Amerikanskaja palija i arkticheskij golec SPARCTIC [Brook trout and Arctic char (Sparctic)]. ООО «Аквакул'тура Групп». Available at: <https://aquaculture.by/catalog/malyok-ikra/oplodotvorennaaya-ikra/ikra-dabie/amerikanskaya-paliya-x-arkticheskij-golec/> (accessed 29.05.2022).
- V poiskah reliktovyh ryb [In search of relic fish]. Available at: <https://kronoki.ru/ru/news/newswire/2644.html> (accessed 21.07.2022). (In Russ.).
- Litvinenko A. I., Semenchenko S. M., Kapustina Ya. A. Iskusstvennoe vosproizvodstvo cennyh vidov ryb Urala i Sibiri: sostojanie, problemy i perspektivy [Artificial reproduction of the valuable fish species of Ural and Siberia: current status, problems and perspectives]. *Akvakul'tura*, 2015, Vol. 153, No. 3, pp. 74–84. (In Russ.).
- Makarevich P. R., Obluchinskaja E. D., Dvoretzky A. G., Zhuravleva N. G. Sovremennye tendencii razvedenija i kul'tivirovanija netradicionnyh ob'ektov akvakul'tury (arkticheskij golec, kamchatskij krab, morskoy jozh) i tehnologii pererabotki gidrobiontov [Current trends of breeding and cultivation of non-traditional aquaculture facilities (arctic charr, king crab, sea urchin) and aquatic processing technology]. *Vestnik MGTU*, 2018, Vol. 21, No. 2, pp. 180–202. (In Russ.).
- Nikandrov V. Ja., Pavlisov A. A., Shindavina N. I., Lukin A. A., Golod V. M., Lipatova M. I. Arkticheskij golec *salvelinus alpinus* L. Perspektivnyj ob'ekt dlja akvakul'tury severa Rossii [Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) – a perspective aquaculture object for the North of Russia]. *Arktika: jekologija i jekonomika* [Arctic: ecology and economy], 2018, Vol. 3, No. 31, pp. 137–143. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 10.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 10.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Н. А. Чечкова, О. В. Мамонтова

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

che4kova.natalia@yandex.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ИНФЕКЦИЙ PARASALMO MYKISS WALBAUM

Аннотация

В статье представлены результаты исследования фенотипических свойств бактерий, выделенных в чистую культуру из микрофлоры особей *Parasalmo mykiss*. Оценена доля резистентных штаммов к антибактериальным препаратам и бактерицидным факторам сыворотки крови

Ключевые слова:

Parasalmo mykiss, бактерии, возбудители инфекций, антибиотикорезистентность.

N. A. Chechkova, O. V. Mamontova

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

che4kova.natalia@yandex.ru

DIVERSITY OF PHENOTYPICAL PROPERTIES OF PARASALMO MYKISS WALBAUM INFECTIOUS PATENTS

Abstract

The article presents the results of a study of the phenotypic properties of bacteria isolated in a pure culture from the microflora of *Parasalmo mykiss* individuals. The proportion of strains resistant to antibacterial drugs and bactericidal factors in blood serum was estimated

Keywords:

Parasalmo mykiss, bacteria, infectious agents, antibiotic resistance.

Фенотипические свойства возбудителей инфекций бактериальной этиологии ряд исследователей рассматривают, как многообразие приспособительных реакций микроорганизмов к изменениям природных условий [Андрюков и др., 2019]. В результате воздействия абиотических и биотических факторов среды у возбудителей с идентичным генотипом возникают множественные варианты, которые не наследуются, но имеют важное значение в стратегии развития и сохранения популяции. К распространенным бактериальным заболеваниям *Parasalmo mykiss* относят фурункулез – возбудитель *Aeromonas salmonicida*, подвиды *achromogenes* и *masoucida*, миксобактериозы (столбчатая болезнь, холодноводная болезнь, бактериальная жаберная болезнь) – возбудители *Flexibacter columnaris* и *Cytophaga psychrophila*, псевдомонозы – возбудители *Pseudomonas fluorescens* и *Ps. chlororaphis*. Известны заболевания, вызванные условно-патогенными бактериями группы кишечной палочки, которые через воду или комбикорма могут поражать кожу и жабры рыб и вызывать не только инфекционные, но и серьезные соматические осложнения [Elmahdi et al., 2016].

Цель представленного исследования направлена на изучение некоторых фенотипических свойств бактерий, выделенных в чистую культуру из жабр, кожи внутренних

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 48–52.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 48–52.

поверхностей 57 особей *P. mykiss* в возрасте 1+ и 2+, разводимой в садковых хозяйствах Карелии.

В рамках двух экспедиций на форелевые хозяйства, располагающихся в бассейне Онежского озера и Кандалакшского залива Белого моря, производилось ихтиологическое (таблица 1), патоморфологическое описание исследуемых особей *Parasalmo mykiss* (таблица 2) и отбирались пробы для дальнейшего микробиологического анализа (рис. 1).



Рис. 1. Отбор проб у особей *Parasalmo mykiss* во время экспедиции на форелевом хозяйстве (фото Н. А. Чечкова)

Fig.1. Sampling of *Parasalmo mykiss* during an expedition on a trout farm (photo by N. A. Chechkova)

Микробиологический анализ выполняли с июля по сентябрь 2021 г.

Для идентификации бактерий использовали стандартные бактериоскопические и бактериологические подходы, регламентированные в Определителе бактерий Берджи (1997). В результате выполненных исследований на внешних поверхностях организма форели - жабрах, кожи и на внутренних поверхностях, таких как желудочно-кишечный тракт, печень, селезенка выявлено доминирование 67 % интродукционных бактерий, которые относятся к группе факультативных симбионтов или комменсалов и часто отражают микробиоту окружающей среды, включая микрофлору корма и воды.

Таблица. 1. Ихтиологические параметры изученных особей *Parasalmo mykiss*Table. 1. Ichthyological parameters of the studied *Parasalmo mykiss* individuals

Параметр	Форелевые хозяйства					
	Бассейн Онежского озера (n=20)				Кандалакшский залив Белого моря (n=10)	
	1 (1+)	2 (2+)	3 (2+)	4 (1+)	5 (1+)	6 (2+)
L	34.9	46.3	48.5	33.5	35.1	52.9
I	31.7	40.1	42.9	29.6	31.5	48.5
H	11.9	15.04	14.42	11.4	11.8	15.7
V	21.1	29.32	28.92	22.8	23.8	32.9
c	7.4	11.4	10.7	6.5	8.2	11.7
h	3.7	6.3	7.4	3.5	4.3	7.2
pl	2.1	4.8	4.6	2.7	2.3	5.2
m	1156.4	2224	2544	1163.9	1178.3	2266.5
m сердца	1.3	2.3	2.4	1.4	1.5	2.8
m печени	16.8	30.3	29.3	14.3	13.5	23.8
m селезёнки	1.4	3.2	2.6	1.6	1.1	2.9

Примечание: L–абсолютная длина, I–ихтиологическая длина, H–высота, V–обхват с–высота головы, h–высота хвостового стебля, pl–длина хвостового стебля, m–масса, m–сердца, m–печени, m–селезенки.

Таблица. 2. Результаты патоморфологического обследования *Parasalmo mykiss*Table. 2. Results of pathomorphological examination of *Parasalmo mykiss*

Поражения	Форелевые хозяйства					
	бассейн Онежского озера (n=20)				Кандалакшский залив Белого моря (n=10)	
	1 (1+)	2 (2+)	3 (3+)	4 (1+)	5 (1+)	6 (2+)
Поражения кожи	2/5	1/5	2/5	2/5	2/4	1/6
Поражения жабр	0	1/5	3/5	1/5	0	0
Фибринозные воспаления	1/5	2/5	3/5	0	2/4	4/6
Кровоизлияния в области брюшных и грудных плавников	1/5	3/5	3/5	1/5	2/4	3/6
Увеличение печени	3/5	2/5	4/5	4/5	0	0
Увеличение селезёнки	3/5	3/5	4/5	2/5	1/4	3/6
Гиперемия слизистой оболочки кишечника	1/5	3/5	3/5	4/5	0	2/6

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 48–52.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 48–52.

Обнаружены γ - протеобактерии (*Citrobacter*, *Aeromonas* и *Pseudomonas*), β -протеобактерии (*Bacteroidetes*: *Prevotella*, *Bacteroidales*; *Proteobacteria*: *Enterobacteriaceae*, *Stenotropomonas*, *Paucibacter*, *Burkholderiales*, *Phyllobacteriaceae*, *Mesorhizobium*, *Rhodobacteraceae*, *Shinella*, *Paracoccus*, *Rhizobium*, *Coxiellaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Escherichia*, *Citrobacter* и *Yersinia*), *Firmicutes*: *Ruminococcaceae*, *Bacillus*, *Clostridiales*, *Lachnospiraceae* и *Staphylococcus*, актинобактерии: *Rhodococcus*, *Corynebacterium*. На примере фенотипических свойств представителей рода *Escherichia* проанализирована резистентность к антибиотикам (рис. 2), антилизоцимная активность и устойчивость к бактерицидным факторам крови.

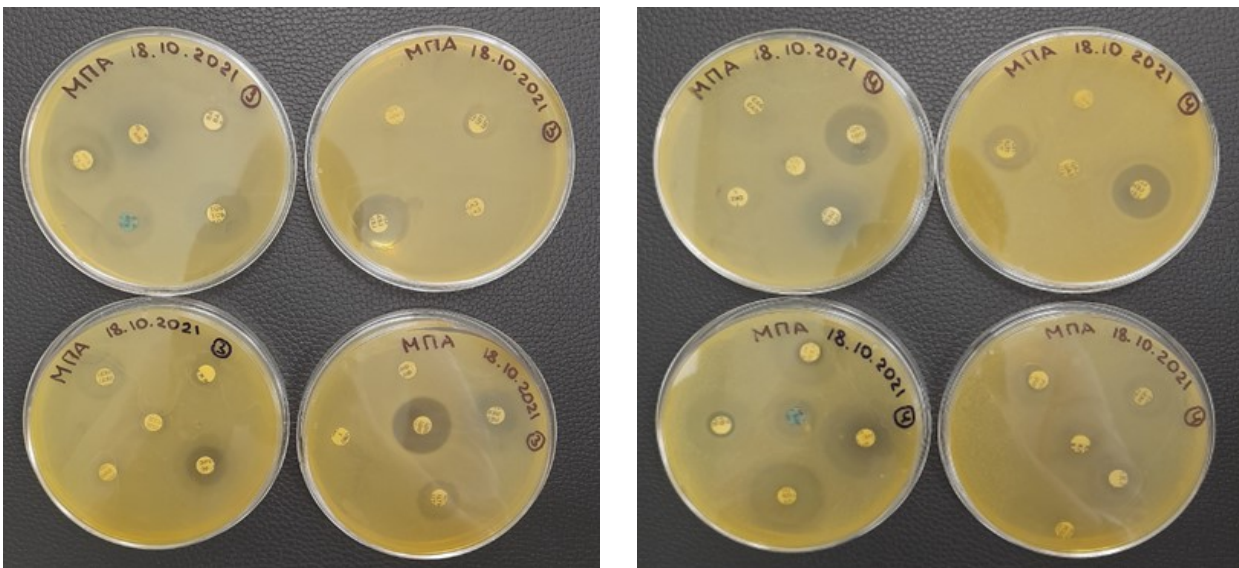


Рис. 2. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам диско-диффузионным методом (фото Н. А. Чечкова)

Fig.2. Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs by the disk-diffusion method (photo by N. A. Chechkova)

По результатам исследования определено, что доля резистентных к антибиотикам фенотипов с антилизоцимной активностью находилась в диапазоне от 7 % (фенотипы, обнаруженные в составе микрофлоры воды) до 39 % (фенотипы в составе микрофлоры кожи радужной форели). К фенотипам, обладающим устойчивостью к бактерицидным факторам сыворотки крови, принадлежали 19 штаммов эшерихий: 2 штамма (5 %) были выделены из микрофлоры воды и 17 штаммов (59 %) – из микрофлоры форели.

Исследования поддержаны грантом РФ (проект № 20-66-47012) совместно с Иркутским государственным университетом.

Список источников

Андрюков Б. Г., Сомова Л. М., Матосова Е. В., Ляпун И. Н. Фенотипическая пластичность бактерий как стратегия резистентности и объект современных антимикробных технологий // Современные технологии в медицине, 2019. Т. 111, № 2. С. 164–182.

Elmahdi S., DaSilva L.V., Parveen S. Antibiotic resistance of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in various countries. A review // Food Microbiol. 2016. № 57. P. 128–134.

References

- Andryukov B. G., Somova L. M., Matosova E. V., Lyapun I. N. Fenotipicheskaja plastichnost' bakterij kak strategija rezistentnosti i ob'ekt sovremennyh antimikrobnih tehnologij [Phenotypic Plasticity as a Strategy of Bacterial Resistance and an Object of Advanced Antimicrobial Technologies (Review)]. *Sovremennye tehnologii v medicine [Modern Technologies in Medicine]*, 2019, Vol. 111, No. 2, pp. 164–182. (In Russ.).
- Elmahdi S., DaSilva L. V., Parveen S. Antibiotic resistance of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in various countries. A review. *Food Microbiol*, 2016., No. 57, pp. 128–134.

Статья поступила в редакцию 19.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 19.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 53–57.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 53–57.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.009

УДК 639.2.053.8

В. Д. Никулина

ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

vika.nikulina.2000@mail.ru

СОСТОЯНИЕ МУРМАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПРОМЫСЛОВОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS VESICULOSUS* В 2021 ГОДУ

Аннотация

В статье представлен результат расчёта потери запасов *Fucus vesiculosus* в Кольском заливе при проведении строительных работ. Оценены состояние и плотность популяции *Fucus vesiculosus* в потенциально промышленном районе.

Ключевые слова:

Fucus vesiculosus, Кольский залив, фукусовые водоросли, промышленные запасы, перспективы изъятия.

V. D. Nikulina

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

vika.nikulina.2000@mail.ru

THE STATE OF THE MURMANSK POPULATION OF COMMERCIAL BROWN ALGAE *FUCUS VESICULOSUS* IN 2021

Abstract

The article presents the result of calculating the loss of *Fucus vesiculosus* stocks in the Kola Bay during construction work. The condition and population density of *Fucus vesiculosus* in a potentially commercial area were estimated.

Keywords:

Fucus vesiculosus, Kola Bay, fucus algae, commercial stocks, prospects for withdrawal.

В настоящее время сообщества фукусовых водорослей Кольского залива претерпевают немалую антропогенную нагрузку в результате интенсивной эксплуатации акватории. Вдоль побережья и в непосредственной близости от него расположено большое число посёлков и городов, например, такие как село Белокаменка, город Североморск, город Полярный и другие. Таким образом, в результате повседневной деятельности людей, а также работе производственных предприятий, повышается загрязнение Кольского залива бытовыми, химическими и другими отходами. Кроме населённых пунктов, на берегах расположено множество объектов морской инфраструктуры, которые могут являться источниками тяжёлых металлов, химических соединений и содержание нефтяных продуктов [Воскобойников, Пуговкин, 2012]. Важно отметить, что в июле 2017 г. на западном берегу Кольского залива началась крупномасштабная стройка судостроительной верфи компанией НОВАТЭК. В ходе реализации данного проекта к экосистеме Кольского залива появилось пристальное внимание у биологов и экологов. При строительстве часть губы Белокаменная была засыпана обломочным материалом, и пострадали все сообщества, в том числе водоросли.

Ранее популяционная структура *Fucus vesiculosus* в среднем и южном коленах залива была хорошо изучены. Литературные источники предыдущих лет содержат детальную информацию о биомассе, численности, проективном покрытии, возрастной структуре популяции [Малавенда и др., 2007; Канищева (Гончарова), Шошина, 2015]. По классификации

Е. И Блиновой [Блинова и др., 2005] все заросли делятся на четыре категории по показателю проективного покрытия дна водорослями (непромысловые заросли - до 30 % ПП, заросли III категории - от 30 до 50 %, заросли II категории - от 50 до 70 %, заросли I категории - более 70 %). Общий запас фукусовых водорослей более 50 % находится в среднем колене Кольского залива [Малавенда, 2018].

Целью данной работы было оценить промысловые запасы и текущее состояние популяции *F. vesiculosus* в Кольском заливе летом 2021 года.

Для оценки промысловых запасов и структуры популяций *F. vesiculosus* были выбраны два района в среднем колене Кольского залива: губа Хлебная и губа Ретинская. Пробы были отобраны с 25 по 30 июня 2021 года.

Описание структуры популяции *F. vesiculosus* было выполнено по общепринятой методике, применяющейся во всём мире. С каждого исследуемого района отбирались по три пробы, рамками площадью 0,25 м². К пробе относился каждый таллом, основание которого попало внутрь рамки. У таллома определялась длина: от подошвы до кончика апексов, с помощью строительной рулетки с погрешностью 0,05 мм. Для определения массы макрофиты взвешивали на электронных весах. Количество дихотомических ветвлений считалось вручную вдоль лидирующей ветви таллома. Также отмечалось наличие рецептакул. Считалось количество дихотомических ветвлений в целях определения возраста, поскольку они образуются с ростом таллома в длину. Масса слоевищ оценивалась с точностью до 0,01 г, длина – до 1 мм.

Благодаря данным по запасам фукусовых водорослей на Кольском заливе за 2013 г., [Малавенда, 2018] был проведён сравнительный анализ. Так как на береговой линии Кольского залива велись и всё ещё ведутся строительные работы, было важно оценить величину изъятой земли. Длина отсыпки определялась по открытым данным. Для этого использовалась спутниковая карта села Белокаменка за 2022 г., полученная с официального сайта Правительства Мурманской области и предоставленная базой ММБИ карта за 2013 г. из программы Map Viewer–8 версии. В этой же программе был выполнен расчёт изъятой земли под стройку. Под изъятием понимается величина литорали, которая была засыпана в результате строительных работ.

Исходя из полученных данных, далее выполнялся расчёт потери *F. vesiculosus* и всех фукусовых в Кольском заливе (V) по формуле:

$$V = B * D_0 * D_1, \text{ где (1)}$$

V – потеря запасов водорослей;

B – биомасса фукусовых;

D₀ – ширина пояса водорослей;

D₁ – длина пояса водорослей.

Формула была взята из методики оценки запасов [Блинова и др., 2005]. Биомассу фукусовых (B) умножали на площадь, занимаемую водорослями. Площадь занимаемых водорослей получали в результате произведения ширины пояса водорослей (D₀) и длины пояса водорослей, изъятой во время стройки (D₁).

Дать полную оценку промысловых запасов *Fucus vesiculosus* в данной работе не представлялось возможным, поэтому были оценены лишь колебания некоторых районных точек. Общий запас фукусовых водорослей более 50 % находится в среднем колене Кольского залива, поэтому там и проводилась оценка запасов.

Изъятие *Fucus vesiculosus* Кольского залива

$$1. V = 5,5 \text{ кг/м}^2 * 4 \text{ м} * 6 \text{ км} = 132 \text{ т} \quad (1)$$

132 т / 2505 * 100 % т = 5 % - потери от запасов вида во всём заливе.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 53–57.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 53–57.

Доля изъятия от всех фукусовых водорослей Кольского залива

$$2. V = 3,4 \text{ кг/м}^2 * 9 \text{ м} * 6 \text{ км} = 183 \text{ т} \quad (1)$$

183 т / 4876 т * 100 % = 4 % - потери от общих объёмов водорослей.

Процент потери от запасов фукусовых во всем Кольском заливе не превышает 5. Данный результат, даёт возможность говорить о том, что строительные работы специализированной верфи, которые ведутся на западном берегу Кольского залива, не оказывают существенное влияние на запасы *F. vesiculosus*.

Возрастная структура популяции была схожа в разных районах Кольского залива по общей продолжительности жизни, но имела несколько различающихся черт. Отмечено очень низкое количество талломов с одним-двумя ветвлениями и резкое увеличение их численности с возрастом от 3 до 5 ветвлений в губе Хлебная (рис. 1). Наибольшая численность у талломов с 5 ветвлениями. Далее с увеличением численностью дихотомических ветвлений следует постепенное уменьшение числа талломов. Водоросли с 13-17 ветвлениями были найдены всего в одном-двух экземплярах.



Рис. 1. Распределение численности талломов *F. vesiculosus* к числу дихотомических ветвлений в 2021 году в губе Хлебная среднего колена Кольского залива

Fig. 1. Distribution of the number of *F. vesiculosus* thalloms to the number of dichotomous branches in 2021 in the Khlebnoya Bay of the middle knee of the Kola Bay

В губе Ретинская Кольского залива наблюдается более равномерное распределение по возрастам (рис. 2). Также, как и в губе Хлебной наблюдается малое количество ювенильных талломов. Водоросли с 1–2 ветвлениями, найдены не были. Наибольшая численность приходится на возраст с 9 ветвлениями. Далее следует постепенное уменьшение числа фукусовых. От 15 до 19 ветвлений были найдены талломы всего в одном экземпляре.

Стоит отметить, что талломы, встречаемые в Кольском заливе, являются очень долгоживущими, несмотря на то, что данный район с экологической точки зрения считается грязным. Возможно, это связано с температурными показателями, которые несколько выше, чем в других районах Мурмана, однако это следует проверять. В целом доля ювенильных талломов ниже доли водорослей с 3–6 ветвлениями (рис. 3).

На состояние популяции *F. vesiculosus* на Мурманском побережье влияют два комплекса факторов, имеющих значение для ее динамики: климат и антропогенное загрязнение. Определить, какой из этих фактор оказывает наибольшее воздействие, в данной работе очень

сложно. Следует лишь отметить, что Кольский залив является районом с повышенным загрязнением. Связано это со строительством специализированной верфи на протяжении нескольких лет и сточными водами, что сбрасываются с близлежащих посёлков.

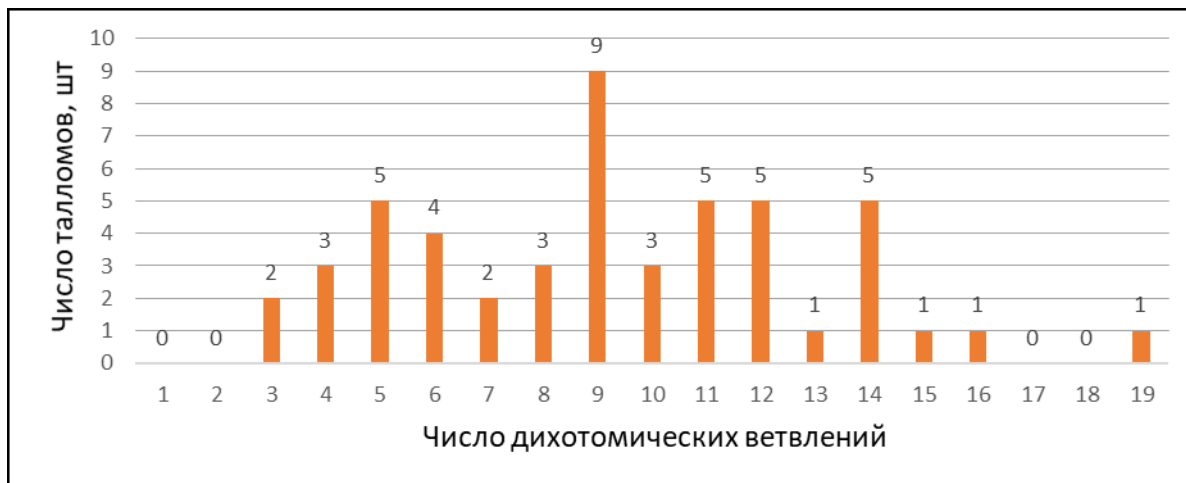


Рис. 2. Распределение численности талломов *F. vesiculosus* к числу дихотомических ветвлений в 2021 году в губе Ретинская среднего колена Кольского залива

Fig. 2. Distribution of the number of *F. vesiculosus* thalloms to the number of dichotomous branches in 2021 in the Retinskaya Bay of the middle knee of the Kola Bay

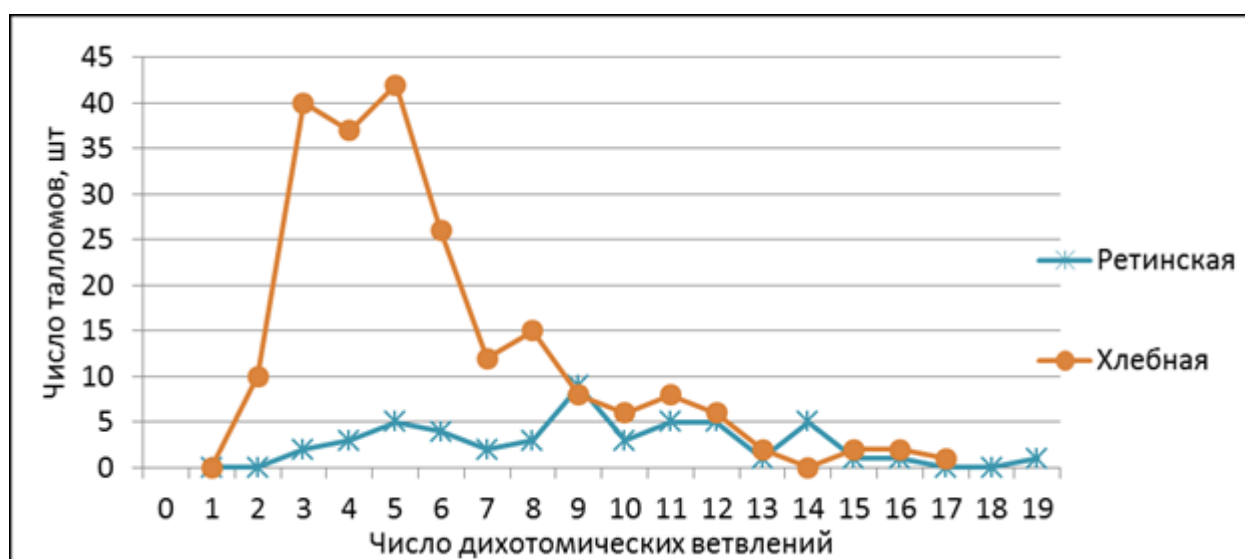


Рис. 3. Распределение численности талломов *F. vesiculosus* к числу дихотомических ветвлений по всем районам исследования в 2021 году

Fig. 3. Distribution of the number of *F. vesiculosus* thalloms to the number of dichotomous branches across all study areas in 2021

Важной задачей в данной работе было оценить запасы *F. vesiculosus* в Кольском заливе. По общепринятой методологии для оценки запасов следует делать разрезы на равномерном расстоянии друг о друга от 500 м до нескольких километров. Для изъятия такого большого запаса фукусовых водорослей необходимо заранее подать заявление. И так как данного

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 53–57.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 53–57.

разрешения не имелось, оценка запасов проводилась лишь на некоторых точках Кольского залива.

По расчётам величина уничтоженного запаса фукусовых водорослей не была критичной. Исходя из этого можно полагать, что строительство на Белокаменке на побережье Кольского залива не оказывает существенное влияние на запас зарослей *F. vesiculosus*. Все потери со временем могут быть возобновлены.

Тем не менее, так как фукусовые являются одним из важнейших природных очистителей воды, чтобы не навредить равновесию экосистем Баренцева моря, промысел данного вида в районе Кольского залива нежелателен.

Список источников

- Блинова Е. И., Пронина О. А., Штрик В. А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. 2005. Вып. 3. 82 с.
- Воскобойников Г. М., Пуговкин Д. В. О возможной роли *Fucus vesiculosus* в очистке прибрежных акваторий от нефтяного загрязнения. Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 4. С. 716–721.
- Канищева (Гончарова) О. В., Шошина Е. В. Возрастная структура поселений *Fucus vesiculosus* на литорали Кольского залива. Вестник УдмГУ. 2015. № 1. С. 40–47.
- Малавенда С. В. Макрофитобентос / Кольский залив и нефть: биота, карты уязвимости, загрязнение (Под ред. А. А. Шавыкина). СПб.: Реноме, 2018. С. 71–97.
- Малавенда С. В., Воскобойников Г. М., Матишов Г. Г. Роль интенсивного движения воды и солёности в формировании структуры популяции *Fucus vesiculosus* L. (Phaeophyta) Баренцева моря // Доклады Академии наук. 2007. Т. 413, №3. С. 424–426.

References

- Blinova E. I., Pronina O. A., Shtrik V. A. Metodicheskie rekomendacii po uchetu zapasov promyslovyh morskikh vodoroslej pribrezhnoj zony [Guidelines for Accounting for Stocks of Commercial Seaweed in the Coastal Zone]. Izuchenie jekosistem rybohozajstvennyh vodoemov, sbor i obrabotka dannyh o vodnyh biologicheskikh resursah, tehnika i tehnologija ih dobychi i pererabotki [Study of ecosystems of fishery reservoirs, collection and processing of data on aquatic biological resources, equipment and technology for their extraction and processing.], 2005, Vol. 3, 82 pp. (In Russ.).
- Voskobojnikov G. M., Pugovkin D. V. O vozmozhnoj roli *Fucus vesiculosus* v ochistke pribrezhnyh akvatorij ot neftjanogo zagrjaznenija [The possible role of *Fucus vesiculosus* in the cleanup of coastal waters from oil pollution]. Vestnik MGTU, 2012, Vol. 15, No. 4, pp. 716–721. (In Russ.).
- Kanishheva (Goncharova) O. V., Shoshina E. V. Vozrastnaja struktura poselenij *Fucus vesiculosus* na litorali Kol'skogo zaliva [Age structure of *Fucus vesiculosus* settlements on intertidal zone of the Kola Bay]. Vestnik UdmGU, 2015, No. 1, pp. 40–47. (In Russ.).
- Malavenda S. V. Makrofitobentos [Macrophytobenthos]. Kol'skij zaliv i neft': biota, karty ujazvimosti, zagrjaznenie [Kola Bay and oil: biota, vulnerability maps, pollution], St. Petersburg, Renome, 2018, pp. 71–97. (In Russ.).
- Malavenda S. V., Boskoboynikov G. M., Matishov G. G. Rol intensivnosti dvizheniya vody isolenosti v formirovanii struktury populyatsii *Fucus vesiculosus* L. (Phaeophyta) Barentseva morya [The role of intensity of water movement and salinity in the formation of the structure of the Barents Sea *Fucus vesiculosus* L. population (Phaeophyta)] // Doklady Akademii nauk. 2007. No. 3. P. 424–426. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 04.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 04.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

А. Д. Попова, В. О. Темчура

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Россия

ГАНУ МО «ЦО «Лапландия», г. Мурманск, Россия

anna28242000@rambler.ru

vegatemchura@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЛЮПИНА ОДНОЛЕТНЕГО ИНОКУЛЯНТОМ «РИЗОТОРФИН» НА СООБЩЕСТВА АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В агробиоценозах Кольского района и городского округа Апатиты Мурманской области изучены видовой состав почвенных азотфиксирующих микроорганизмов и численность отдельных физиологических групп микроорганизмов, участвующих в обмене азота. В ходе исследования установлено положительное влияние предпосевной обработки семян люпина однолетнего инокулянтom «Ризоторфин» на микробное сообщество. В почвенных образцах были выявлены микроорганизмы, которые могут проявлять способность к фиксации молекулярного азота: *Paenibacillus sp.*, *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, *Pseudomonas sp.*

Ключевые слова:

Мурманская область, агробиоценоз, азотфиксирующие микроорганизмы.

A. D. Popova, V. O. Temchura

Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

SANEF MR «CE Laplandiya», Murmansk, Russia

anna28242000@rambler.ru

vegatemchura@mail.ru

THE EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF ANNUAL LUPINE SEEDS WITH THE INOCULANT "RIZOTORPHIN" ON COMMUNITIES OF NITROGEN-FIXING BACTERIA IN THE SOILS OF THE MURMANSK REGION

Abstract

The species composition of soil nitrogen-fixing microorganisms and the number of individual physiological groups of microorganisms participating in nitrogen metabolism have been studied in the agrobiocenoses of the Kola region and the urban district of Apatity of the Murmansk region. The positive influence of crops of *Lupinus angustifolius* on the number of ammonifiers has been established. 11 microorganism strains belonging to the genera *Paenibacillus*, *Bacillus*, *Clostridium*, and *Pseudomonas* were identified, which could exhibit the ability to fix molecular nitrogen.

Keywords:

Murmansk region, agrobiocenosis, nitrogen-fixing microorganisms

Усвоение молекулярного азота воздуха является важнейшим биологическим процессом, обеспечивающий жизнь на нашей планете. Фиксация азота требует больших затрат энергии и значительной химической работы. Однако такие растения как люцерна, горох, люпин и другие бобовые, а также несколько видов, принадлежащих к другим группам растений, вступают в симбиотические отношения с азотфиксирующими бактериями. Азотфиксирующие бактерии самостоятельно и в симбиозе с растениями способны переводить инертный азот,

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 58–61.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 58–61.

содержащийся в атмосфере, в органические соединения и включать его непосредственно или через растения в соединения, которые, в конечном счёте, попадают в почву и служат для питания других организмов.

Однако опыты по изучению перспективных для возделывания в условиях Мурманской области однолетних бобовых трав, например, *Lupinus angustifolius*, показали отсутствие в почве видоспецифических микросимбионтов, так как не происходило образование клубеньков на корнях растений [Ласкин и др., 2010]. Известно, что для повышения симбиотической фиксации атмосферного азота сельскохозяйственных растений используют бактериальные удобрения, изготовляемых на основе азотфиксирующих бактерий [Кизилова и др., 2012]. Поэтому для реализации агробиологического потенциала бобово-ризобиального симбиоза необходима обязательна обработка семян люпина однолетнего инокулянт «Ризоторфин». Важно знать, насколько влияет предпосевная обработка семян люпина однолетнего бактериями рода *Rhizobium* на видовой состав азотфиксаторов.

Исследование проведено в посевах *Lupinus angustifolius* на территории опытного участка ПАБСИ КНЦ РАН им. Н. А. Аврорина в районе г. Апатиты и на территории крестьянско-фермерского хозяйства в Кольском районе Мурманской области (пгт Молочный). Перед посевом семена люпина инокулировали активными штаммами ризобиональных бактерий рода *Rhizobium*. Для сравнения исследован участок в районе г. Апатиты без посевов культурных растений, а также участок под посевами *Avena sativa* в пгт Молочный. Почвенные образцы представлены сотрудником Лаборатории медицинских и биологических технологий ФИЦ КНЦ РАН Ингири А. А. Срок отбора – первая половина июня.

Анализ почвенных микроорганизмов проводили путем высева почвенной суспензии определенных разведений методом глубинного посева на селективные питательные среды. Учет симбиотических и ассоциативных азотфиксаторов производили на бобовом агаре, свободноживущих азотфиксаторов – на среде Эшби. Для учета численности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, использовали крахмально-аммиачный агар (КАА). Инкубация производилась при температуре 26 °С. Подсчет выросших колоний производился на вторые и пятые сутки инкубации.

Расчет численности микроорганизмов на 1 г абсолютно сухой почвы производили по формуле: $A = A_{cp} \times 10^n \times \frac{b}{100} - Вл$, где A_{cp} – среднее число колоний микроорганизмов в чашках Петри; n – соответствующее разведение; b – количество капель в 1 мл суспензии в пипетке; $Вл$ – влажность почвы, %.

Влажность почвы определяли методом высушивания до постоянной массы при температуре 105 градусов по Цельсию. Идентификацию бактерий, культивированных на бобовом агаре и среде Эшби, проводили по культуральным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам [Определитель ..., 1997]. Для уточнения систематической принадлежности отдельных штаммов применялся метод масс-спектрометрии белков и пептидов на приборе «BRUKER Microflex». Анализ этим методом проводился сотрудником лаборатории клинической микробиологии (бактериологии) «МОКБ им. П. А. Баяндина».

Результаты

В результате подсчета количества микроорганизмов чашечным методом Коха мы получили данные, представленные на рисунке 1.

По результатам можно заметить, что численность ассоциативных и симбиотических азотфиксирующих микроорганизмов на всех исследованных участках была примерно равная

и составляла 4000–4500 КОЕ/г сухой почвы. Численность свободноживущих азотфиксаторов составляла в среднем от 600 до 3500 КОЕ/г почвы в пгт Молочный и от 5700 до 9800 КОЕ/г почвы в г. Апатиты. Численность микроорганизмов, произрастающих на среде КАА с использованием минеральных форм азота, варьировала от 3000 до 60000 КОЕ/г сухой почвы. Отмечалось статистически значимое увеличение их количества на участках под люпином по сравнению с участком без растительности в г. Апатиты и с участком под овсом в пгт Молочный. Увеличение численности аммонификаторов в почвенных образцах под люпином может быть связано с формированием большей корневой массы растений. Также активность аммонификаторов могла увеличиться под влиянием деятельности ризобактерий в результате использования микробных препаратов для инокуляции семян люпина [Чевурдин и др., 2019].

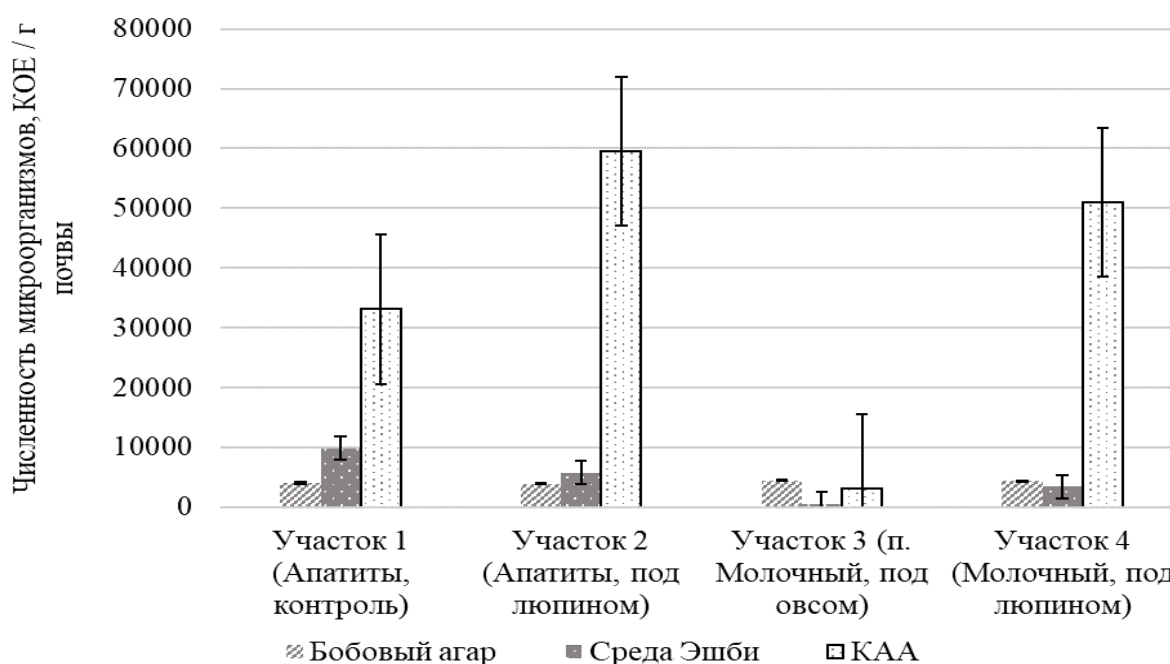


Рис. 1. Численность микроорганизмов на исследованных участках г. Апатиты и пгт Молочный, КОЕ/г почвы

Fig. 1. The number of microorganisms in the studied areas of Apatity and the village of Molochny

В ходе исследования мы наблюдали рост 47 штаммов бактерий: на бобовом агаре – 30 штаммов, на среде Эшби – 17 штаммов. Среди идентифицированных штаммов выявлены следующие микроорганизмы, которые могут проявлять способность к фиксации молекулярного азота:

1. свободноживущие:

- *Paenibacillus brasiliensis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Paenibacillus amylolyticus*;
- *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*;
- *Clostridium cochlearium*, *Clostridium tertium*;

2. ассоциативные:

- *Pseudomonas frederiks-bergensis*, *Pseudomonas graminis*, *Pseudomonas Lutea*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas veronii*.

Симбиотические микроорганизмы не были обнаружены.

Заключение

В исследованных образцах почвы нами идентифицировано 47 штаммов почвенных бактерий, среди которых 12 штаммов могут относиться к азотфиксаторам, а именно: *Paenibacillus brasilensis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Paenibacillus amylolyticus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium tertium*, *Clostridium cochlearium*, *Pseudomonas lutea*, *Pseudomonas graminis*, *Pseudomonas veronii*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas frederiks-bergensis*.

Также нами отмечено положительное влияние предпосевной инокуляции семян ассоциативными штаммами почвенных ризобактерий на численность основных физиологических групп микробного ценоза. Это было определено благодаря подсчету количества микроорганизмов, выросших на селективной среде КАА, предназначенной для выявления микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота. В почвах под посевами *Lupinus angustifolius* при предпосевной инокуляции посевного материала активными штаммами ассоциативных бактерий, больше микроорганизмов, чем в почвах, где ничего не растет или растет овёс посевной. Проведенный статистический анализ позволил установить увеличение численности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, на участках под люпином. Вероятно, препараты, основанные на микробных сообществах, увеличивают продуктивность растений, и способствует возвращению азота в почву с пожнивными остатками, тем самым обеспечивая питательным субстратом почвенную микробиоту для дальнейшей трансформации биогенных элементов.

Список источников

- Кизилова А. К., Титова Л. В., Кравченко И. К., Иутинская Г. А. Оценка разнообразия азотфиксирующих бактерий в ризосфере растений сои методом анализа *nifH* гена // Микробиология. 2012. Т. 81, № 5. С. 672–681.
- Ласкин П. В., Хаитбаев А. Х., Ингири А. А. Инокуляция однолетних люпинов клубеньковыми бактериями в условиях Крайнего Севера // Плодородие. 2010. Т. 2. С. 53–54.
- Определитель бактерий Берджи, 10-е изд., в 2-х томах. М.: Мир, 1997. С. 800.
- Чевердин А. Ю., Чевердин Ю. И., Турусов В. И. Влияние биопрепаратов на основе ассоциативных бактерий на микробиологическую активность чернозема сегрегационного // Агрехимия. 2019. № 12. С. 21–23.

References

- Kizilova A. K., Titova L. V., Kravchenko I. K., Iutinskaja G. A. Ocenka raznoobrazija azotfiksirujushhih bakterij v rizosfere rastenij soi metodom analiza *nifH* gena [Evaluation for the diversity of nitrogen-fixing bacteria in the rhizosphere of soybean plants by the analysis of the *nifH* gene]. Mikrobiologija [Microbiology], 2012, Vol. 81, No. 5, pp. 672–681. (In Russ.).
- Laskin P. V., Haitbaev A. H., Ingiri A. A. Inokuljacija odnoletnih ljupinov kluben'kovymi bakterijami v uslovijah Krajnego Severa [Effect of inoculation of annual lupine with symbiotic N-fixing bacteria under conditions of Arctic Regions]. Plodorodie, 2010, Vol. 2, pp. 53–54. (In Russ.).
- Opredelitel' bakterij Berdzhii [Bergey's Manual of Determinative Bacteriology]. Moscow, Mir, 1997, pp. 800. (In Russ.).
- Cheverdin A. Ju., Cheverdin Ju. I., Turusov V. I. Vlijanie biopreparatov na osnove asociativnyh bakterij na mikrobiologicheskuju aktivnost' chernozema segregacionnogo [Effect of Associative Biologics on the Microbiological Activity of the Segregation Chernozem's]. Agrohimiya [Eurasian soil science], 2019, No. 12, pp. 21–23. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 11.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 11.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

А. А. Снятков

ФГАОУ ВО «Московский Государственный Институт Международных Отношений (Университет) МИД РФ, г. Москва, Россия

АРКТИКА – ТЕРРИТОРИЯ РАЗВИТИЯ. ОТВЕТНЫЕ МЕРЫ НА ВНЕШНИЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

Аннотация

В данной работе проведена попытка рассмотрения Арктики в качестве особой территории развития, через призму сегодняшней Арктической повестки и рассмотрены некоторые ответные мера на внешние геополитические вызовы. В ходе исследования проведен анализ, выделенных актуальных проблем и их влияние на национальные интересы России в Арктической зоне. Также автором рассмотрены некоторые политико-правовые документы стран, не входящих в список недружественных стран Российской Федерации, в которых сформулированы их различные позиции и задачи в Арктическом регионе.

Ключевые слова:

Арктика, Арктическая зона, географическая карта, Арктический регион, территориальные притязания, Северный Ледовитый океан, Северный морской путь

A. A. Snyatkov

Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russia

THE ARCTIC IS A TERRITORY OF DEVELOPMENT. RESPONSES TO EXTERNAL GEOPOLITICAL CHALLENGES

Abstract

In this research paper, an attempt is made to consider the Arctic as a special development territory, through the prism of today's Arctic agenda, and some responses to external geopolitical challenges are considered. In the course of the study, the analysis of the identified topical issues and their impact on Russia's national interests in the Arctic zone was carried out. The author also examines some political and legal documents of countries not included in the list of unfriendly countries of the Russian Federation, which formulate their various positions and tasks in the Arctic region.

Keywords:

Arctic, Arctic zone, geographical map, Arctic region, territorial claims, Arctic Ocean, Northern Sea Route

Арктическая зона, отличающаяся своим географическим положением и климатическими характеристиками, является местом сосредоточения такого количества природных ресурсов, разработка месторождений которых может явиться фактором способным в настоящее время оказать существенное влияние на эффективное развитие экономики. Конкурентное противостояние за ресурсы Арктического региона способно привести к освоению арктической зоны, развитию инфраструктуры региона, разработке правовых механизмов, переделу сфер правового влияния.

Не случайно, что вопросы Арктики не остаются без внимания. Так, 13 апреля 2022 года, Президентом РФ В. В. Путиным проведено в режиме видеоконференции совещание по вопросам развития Арктической зоны Российской Федерации. В ходе совещания были рассмотрены следующие вопросы это: развитие Северного морского пути; создание здесь современной портовой и аварийно-спасательной инфраструктуры, спутниковых систем

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 62–67.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 62–67.

мониторинга, связи; оборудование для арктических портов и терминалов, судов и навигации, для промышленных предприятий региона; экология и окружающая среда.

Проблема Северного морского пути (СМП), как исторически сложившейся национальной транспортной коммуникации Российской Федерации является интересной научному сообществу из-за особенностей Арктической зоны, более того, очевидно, транспортировка разведанных природных ресурсов Арктики невозможна, либо затруднена без использования СМП, таким образом, очевидно, что дальнейшее освоение арктической зоны возможно лишь в комплексе с одновременным развитием СМП.

Северный морской путь, Северный морской коридор – кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком. Проходит по морям Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) и частично Тихого океана (Берингово). Северный морской путь отсекается западными входами в новоземельские проливы и меридианом, проходящим на север от мыса Желания, и на востоке географическими координатами в Беринговом проливе 66° с. ш. и $168^{\circ}58'37''$ з.д. [Кодекс ..., 1999]. Длина СМП от Карских Ворот до бухты Провидения около 5600 км.

Северный морской путь в соответствии с Федеральным законом «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ определяется как «исторически сложившаяся национальная единая транспортная коммуникация Российской Федерации в Арктике...» [О внутренних морских водах ..., 1998].

Основные порты: Игарка, Дудинка, Диксон, Тикси, Певек, Провидения.

СМП соединяет территорию России по линии «Юг-Север».

Традиционно СМП связан с ключевыми промышленными кластерами страны: Норильским комбинатом; Восточно-Сибирским нефтегазовым комплексом; добывающими предприятиями Якутии, Магадана, Чукотки (добыча золота, цветных и редких металлов); лесозэкспортирующими предприятиями Архангельской области. Нет сомнений, что развитие СМП в перспективе будет напрямую увязано с освоением и транспортировкой минеральных (энергетических) ресурсов Тимано-Печорской провинции, Обской губы, шельфов морей.

Водное пространство СМП, прилегающее к северному побережью Российской Федерации и ограниченное с востока-линией разграничения морских пространств с США и параллелью мыса Дежнева в Беринговом проливе, с запада–меридианом мыса Желания до архипелага Новая Земля, восточной береговой линией архипелага Новая Земля и западными границами проливов Маточкин Шар, Карские Ворота, Югорский Шар [О внутренних морских водах ..., 1998].

Законодательство РФ четко обозначает, как восточную, так и западную границы СМП, и, что принципиально важно, в состав его трассы не включено ни Баренцево, ни Берингово моря. Северная граница СМП совпадает с внешней границей двухсотмильной российской исключительной-экономической зоны (ИЭЗ).

Такое широкое понимание маршрута Северного морского пути обусловлено тем обстоятельством, что у него нет единой, фиксированной трассы: в зависимости от погодных и ледовых условий он может пролегать как севернее архипелагов Новая Земля и Северная Земля, проходить через акватории, расположенные между российскими арктическими островами и основным побережьем, или же в непосредственной близости от береговой линии в случае особо тяжелых ледовых условий.

Препятствия в развитии приарктической зоны и СМП в основном находятся в плоскости экономических проблем. Факторы негативного влияния можно разбить на несколько групп и сформулировать следующим образом.

Экономические факторы:

Многоотраслевой характер экономики. Постоянный отток населения – повышение степени изменения экономики.

Транспортные факторы:

Недостаточное развитие прибрежно-портовой инфраструктуры. Недостаточное количество ледокольных судов.

Все эти вопросы были озвучены на проведенном совещании и было отмечено, что для устранения факторов, негативно влияющих на развитие Арктической зоны, сделано многое.

Так, создана система преференций в Арктике, дифференцированная по четырём видам экономической деятельности. В настоящее время в Арктике с государственной поддержкой реализуется более 460 проектов. Объём инвестиций по соглашениям превышает 1,3 триллиона рублей. В результате их реализации планируется создать 30 тысяч рабочих мест.

Принимаются меры по восстановлению социальной инфраструктуры.

Кроме того, несмотря на экономические трудности, отмечено, что вопросы развития ледокольного флота разрешаются по существу.

Стратегической задачей является создание на базе Северного морского пути нового глобального транспортного коридора. Основной объём перевозки по Северному морскому пути до 2024 г. должны обеспечить четыре компании: «НОВАТЭК», «Газпромнефть», «Роснефть» и «Северная звезда». При выполнении этими компаниями планов объём перевозки по СМП до 2030 г. превысит 200 миллионов тонн.

Увеличение грузопотока требует значительной работы по всей трассе СМП в целях обеспечения надёжной, безопасной транспортировки грузов. На российских верфях строится четыре атомных ледокола, в том числе уникальный ледокол «Лидер». До 2030 г. необходимо построить ещё шесть ледоколов, четыре из них планируется построить за внебюджетные средства.

С 2025 г. компания «Росатом» запустит регулярную транзитную линию, что позволит увеличить объём международного транзита к 2030 г. до 30 миллионов тонн. В части развития портовой инфраструктуры ведётся строительство четырёх терминалов в акватории Северного морского пути с общим объёмом инвестиций более 300 миллиардов рублей до 2030 г.

Не остались без внимания вопросы экологии и климата.

Следует отметить, что основные климатологические проблемы Арктики обозначены и отражены в официальном докладе Федеральной Службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Федеральной службой дана оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории РФ до 2030 г. В докладе прямо указано, что не позднее 2050 г. Арктика изменится до неузнаваемости. Климатические изменения приведут к изменению видовой популяции, исчезнут места привычного обитания арктических видов животного мира, флора и фауна претерпят трансформацию. Экологические и климатические проблемы постепенно приведут к волнообразному нарастанию политико-экономических проблем.

Изменение климата увеличит продолжительность летней навигации. Это приведет не только к толчку объема судоходства, но и позволит более эффективно развивать коммерческий туризм. Постепенно откроется доступ по морю к природным ресурсам Арктики. Активное освоение Арктики может породить угрозы для окружающей среды.

Температурный режим этого региона неравномерен по всему пути СМП. Летние температуры с запада на восток от +7°C с понижением в районе моря Лаптевых до +1°C и повышением в районе Восточно-Сибирского моря до +7°C. В зимний период перепады

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 62–67.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 62–67.

температур еще более ощутимы от -10°C до -20°C в Баренцевом море до -34°C в Восточно-Сибирском. Низкие температуры приводят к формированию устойчивого ледового покрова.

Ветры направления юг-юго-запад.

Арктика уникальный регион для климатологов. Видовое многообразие территории характеризуется эндемичностью. Специфические для зоны вечной мерзлоты виды животных и растений обладают уникальной способностью выживания в тяжелых климатических условиях. Изменения климата в настоящее время влияют на количество льда. Лед и вода, в свою очередь, имеют разную отражательную способность. Чем меньше льда, тем теплее океаническая вода, поглощающая солнечный свет. Повышение же температуры воды приводит к сокращению льда, покрывающего поверхность океана.

Уменьшение площади, покрытой льдом приводит к изменению розы ветров. Ветер, дующий над открытой водой, более опасен для мореплавания. Такие ветра приводят к активному волнообразованию.

Научное сообщество климатологов до настоящего времени не смогло найти ответ на вопрос о причинах редкого природного явления, именуемого мезоциклонами, которые стали формироваться на протяжении всего СМП. В зоне их возникновения бушуют шторма, сильное волнение. В зоне Арктики в районе архипелагов частым явлением стали аэрографические ветры.

Климат – консервативная система, но изменения уже заметны. Спутниковыми наблюдениями зафиксированы изменения интенсивности волнения. Высота, частота волнообразования усилилась. Волны затрудняют судоходство по СМП, одновременно происходит разлом ледового покрытия. Исследования в этой области проводятся на основе системы грантов. Составляются математические модели волнообразования. Регулярное спутниковое наблюдение за состоянием ледового покрова ведется только с 1978 г. и без обеспечения его финансирования выводы могут быть недостаточно полными. Сегодня составлены более 40 климатических моделей развития ситуации.

Все вышеперечисленные факторы не остались без внимания. В ходе совещания особо отмечено, что ещё одним важным направлением работы в Арктике является развитие науки и технологий. С этой целью в Арктической зоне создаётся два научно-образовательных центра: в Архангельской области и Республике Саха (Якутия). Завершается строительство ледостойкой самодвижущейся платформы, на базе которой будут проводиться океанологические, биологические, экологические исследования.

На Ямале будет построена круглогодичная арктическая научная станция «Снежинка», использующая передовые технологии в области производства чистой энергии и систем жизнеобеспечения.

Начата работа по экологическому мониторингу и ликвидации накопленного вреда.

Достраивается первая в мире платформа «Северный полюс». Прочность корпуса платформы позволяет ей вмёрзнуть в лед и дрейфовать на протяжении более двух лет, что позволит получать уникальные данные о состоянии льда, атмосферы природы высокоширотной Арктики – данные, которые сегодня недоступны.

Осуществляется проектирование научно-экспедиционного судна для походов в Арктику и Антарктику.

Общая гидрометеорологическая наблюдательная сеть в Арктике – это 240 пунктов Росгидромета. На 172 следят за метеорологией, на 33 – за гидрологией, 27 станций дают аэрологические данные и восемь – актинометрические наблюдения. Стартовало обновление системы «Север», с помощью которой даются ледовые метеопрогнозы для акватории

Северного Ледовитого океана. К 2024 г. будет расширена линейка наблюдений и повышена оперативность передачи этих данных.

В ходе совещания Президентом РФ Путиным В. В. было указано на необходимость переориентировать международные отношения в Арктической зоне, уделяя внимание новым игрокам, претендующим на освоение богатств региона совместно с Российской Федерацией.

Нельзя не отметить, что страны Юго-Восточной Азии в настоящее время значительно усилили свое присутствие в регионе, основная задача – получить доступ к огромным ресурсам региона. Более того, у этих стран есть необходимые ресурсы для достижения этих целей.

Учитывая важность этого вопроса для указанных стран в них приняты отдельные документы, в которых сформулирована их позиция и задачи в регионе. Обратим внимание на страны, не включенные в список недружественных стран, утвержденный распоряжением Правительства РФ №430-р от 05 марта 2022 г.

Южная Корея. В Южной Корее политика в Арктике развивалась поэтапно одновременно с ростом фактического интереса к Арктической зоне. На первом этапе осуществлялась реализация Национальной программы освоения полярных регионов – 2004–2013 гг. В настоящее время в Южной Корее принят и активно реализуется комплексный план действий для реализации Национальной арктической политики на предстоящие 15 лет.

Индия. 06 января 2021 г. в Индии принят Arctic Policy document. По своему содержанию – это комплексный политический план Индии в Арктике, в него включены задачи: осуществления научных исследований, развития экономики и структурной транспортной связи; глобального управления и международного сотрудничества; развития человеческого потенциала.

Китай. Сегодня арктическая политика Китая реализуется на основании и в соответствии с Arctic Policy white Paper (Белая Книга по арктической политике) от 26 января 2018 г. Это комплексный документ, в котором излагаются основные позиции Китая по арктическим вопросам, политические цели, основные принципы, стратегии и позиции в отношении участия в арктических делах, направленные на взаимодействие с международным сообществом, в целях обеспечения мира и стабильности в Арктической зоне и устойчивого развития Арктики в целом. Причины, по которым арктические районы интересны для Китая очевидны. Так, в одном из докладов Китайской академии наук говорится: «за счет освоения полярных месторождений страна может покрыть потребность в топливе на 50–60 %» [Арктические баталии ..., 2011]. Китай делает ставку на пространствах, где нет четкой регламентации экономической деятельности, обладая судами ледового класса, Китай может значительно усилить свое влияние в районе Северного полюса. Наступательному характеру китайской арктической политики способствует нехватка энергоресурсов. Высокие темпы роста экономического и военно-стратегического потенциала Китая привели к формированию у него глобальных международных интересов за пределами страны, который Китай уже сегодня реализует всеми возможными экономическими и политическими способами.

Таким образом, можно сделать вывод, что страны Юго-Восточной Азии, крайне заинтересованы в расширении своего влияния в ней. Несмотря на то, что правовые аспекты их присутствия отсутствуют, они перешли к активной фазе поиска правовых способов и средств усиления влияния.

Президент РФ В. В. Путин особо отметил, что: «Россия открыта для совместной работы со всеми заинтересованными партнёрами в рамках и текущих, и будущих программ и проектов в Арктике. Подтверждением тому – созданные здесь специальные условия хозяйствования, разного рода преференции для представителей российского и зарубежного бизнеса...»

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 62–67.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 62–67.

нынешних условиях следует активнее привлекать к сотрудничеству в Арктике и так называемые внерегиональные государства и объединения – здесь всем достаточно будет работы. Всем, кто так же, как и Россия, заинтересован в устойчивом развитии этого уникального региона, мы будем предлагать совместную работу. Рассматриваем Арктику не как поле геополитических интриг, а как территорию диалога, стабильности и конструктивного сотрудничества» [Совещание ..., 2022].

Таким образом, развитие Арктики продолжается по ранее запланированным направлениям, в новых условиях необходимо откорректировать направления международного взаимодействия в Арктическом регионе и расширять совместную работу со странами, заинтересованными в укреплении международно-правового взаимодействия с Российской Федерацией.

Список источников

Кодекс Торгового мореплавания Российской Федерации от 30.04.1999 № 81-ФЗ, ст. 5.1, п. 1. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ (дата обращения: 15.05.2020).

О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.1998 г. № 155-ФЗ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/12742> (дата обращения: 15.05.2020).

Арктические баталии. Перегрузка. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magazine.rbc.ru/2011/10/12/main/562949981711759> (дата обращения: 15.05.2021).

Совещание по вопросам развития Арктической зоны. 13.04.2022, Московская область, Ново-Огарёво. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/68188>

References

Kodeks Torgovogo moreplavaniija Rossijskoj Federacii [The Merchant Shipping Code of the Russian Federation] 30.04.1999, No. 81-FZ, Art. 5.1(1). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ (accessed 15.05.2020).

O vnutrennih morskikh vodah, territorial'nom more i prilozhashhej zone Rossijskoj Federacii [On Inland Sea Waters, Territorial Sea, and the Contiguous Zone of the Russian Federation] 31.07.1998, No. 155-FZ. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/12742> (accessed 15.05.2020).

Arkticheskie batalii. Perezagruzka. [Arctic battles. Reboot.]. Available at: <http://www.magazine.rbc.ru/2011/10/12/main/562949981711759> (accessed 15.05.2021).

Soveshhanie po voprosam razvitija Arkticheskoi zony [Meeting on the development of the Arctic zone] 13.04.2022, Moscow region, Novo-Ogarjovo. Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/68188>

Статья поступила в редакцию 17.04.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 17.04.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

О. С. Харченко, В. А. Тарасов, Р. А. Черногор, Л. А. Гурьевская

Мурманский морской рыбопромышленный колледж им. И. И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ», г. Мурманск, Россия
kauppaLU@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ КУРСАНТОВ МУРМАНСКОГО МОРСКОГО РЫБОПРОМЫШЛЕННОГО КОЛЛЕДЖА ИМ. И.И. МЕСЯЦЕВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация

В статье рассматриваются факторы, формирующие здоровый образ жизни курсантов Мурманского морского рыбопромышленного колледжа им. И. И. Месяцев, их отношение к здоровому образу жизни (ЗОЖ), даны рекомендации как улучшить здоровье и достичь хорошего самочувствия в условиях севера.

Ключевые слова:

морской колледж, здоровье, здоровый образ жизни, север.

O. S. Kharchenko, V. A. Tarasov, R. A. Chernogor, L. A. Gurievskaja

Murmansk Marine Fishing Industrial College named after I. I. Mesyatsev, FSBEI HPE "MGTU", Murmansk, Russia
kauppaLU@yandex.ru

HEALTHY LIFESTYLE FORMATION OF MESIATSEV MURMANSK MARINE FISHING COLLEGE CADETS IN THE FAR NORTH CONDITIONS

Abstract

This article examines the factors which form healthy lifestyle of the Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College cadets, their attitude to it, provides guidance on how to improve the health and to reach good well-being in the North conditions.

Keywords:

Marine College, health, healthy lifestyle, North.

In today's world the life has become very fast. People love to travel to different places, enjoy eating out in different cafes with their own families, visiting their friends' house in different occasions. They say that the greatest wealth is health. And it's so true. Healthy people live longer, they are more successful and they are pleased with their life. A healthy way of life concerns our body, mind and soul.

The Arctic is the territory of healthy lifestyle. The slogan of our life in the Far North is "To live in the north—to be healthy". The tendency to lead a healthy lifestyle is popular among the marine college cadets. A healthy lifestyle helps to keep and improve cadets' health and well-being in severe climatic conditions. Thus, nowadays a healthy lifestyle is valuable on the north. Health is one of the main cadet's resources who will work at sea.

The object of our study is a healthy lifestyle of marine college cadets in the Far North.

The subject of our study is the healthy lifestyle formation of Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College cadets in the Far North conditions.

The study aims at analyzing the healthy lifestyle formation of Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College cadets in the Far North conditions.

Our tasks are:

- to define healthy lifestyle elements and factors, and also environmental factors on the north that influence on cadets' health;
- to reveal the factors influencing on cadets health in the Far North conditions;
- to determine the attitude of marine college cadets to a healthy lifestyle on the north;

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 68–70.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 68–70.

- to analyze the main features of a healthy lifestyle among the marine college cadets on the north;

- to recommend cadets *How we can improve our health and well-being* in the Far North conditions.

To obtain the results we used such methods as comparative and descriptive, observation, testing, surveys. Our study's results can be used at the lessons of Life Safety Fundamentals, Physical Education, English language, in writing reports, making presentations.

We turn now to the concepts of health and healthy lifestyle. It is known that Health is a state of complete physical, mental and social well-being. Healthy Lifestyle (HL) is a person's lifestyle which helps to keep and improve his health and well-being. A healthy lifestyle includes healthy diet, absence of bad habits: smoking, taking drugs, drinking alcohol, and also daily routine, physical activities.

The elements of healthy lifestyle are the following:

- the transformative activity aimed at changing nature, society and man himself;
- the ways to meet material and spiritual needs;
- the forms of people's participation in social and political activities and in the society management;

- the cognitive activity at the level of theoretical, empirical and value-oriented knowledge;

- the communicative activity;

- the medical and pedagogical activities aimed at a person's physical and spiritual development.

As noted above, at present there is a growing interest in a healthy lifestyle. We should lay special emphasis on the environmental factors in the North that affect the cadets' health: weather, sudden change of light, geomagnetic field, geochemical conditions of the area.

It should be added in this connection polar tension syndrome which is accompanied by sleep disturbance, shortness of breath. Polar tension syndrome is a special form of chronic psycho-emotional stress of the human body; a special state of the body, characterized by deep disturbances in processes at the cellular level.

It is needless to comment on the importance of good health in cadets' life. A healthy cadet is good at studies and active in social life. It is especially noteworthy that large majority of marine college cadets pay great attention to their healthy lifestyle (80 %). Most respondents have healthy eating habits, don't smoke, and don't use alcohol at all (70 %). They are fond of domestic comfort and prefer to stay at home. Nobody does morning exercises every day due to lack of time. As everybody knows sport is an integral part of a healthy lifestyle. The cadets go in for amateur sport, attend sport sections or fitness centers to keep fit. Cadets have personal positive attitude to a healthy lifestyle as one of its components and want to be healthy, strong and hardy.

We cannot but turn our attention to the problem of using the Internet by the college cadets. At present the Internet plays a very important role in cadets' life. It's a global time saver and a great help in studying and working to connect with teachers, coaches, friends, relatives during the pandemic period. About 50 % of them spend the Internet time from 3 to 4 hours including distance education.

We shall lay special emphasis on positive influence of the Internet on the cadets' health.

1. Online medical records that give patients the access to test results and prescription medications.

2. Applications that track chronic diseases and provide doctors with important information.

3. Virtual doctor appointments, video and telephone consultations which is especially relevant during the pandemic period.

It should be marked the negative impact of the Internet on the cadets' health: on the posture, on the eyesight, on the weight, on the ability to concentrate on the brain, on immunity, on sleeping.

The State guarantee aims to improve the health of the Murmansk region people, to attitude responsibly to their health. We can say that educational institutions need to enhance the work of training young people to adopt a healthy lifestyle. A healthy cadet is a person who is able to serve himself, his nation and his community.

On the basis of the analysis we present the guidance for the marine college cadets how to achieve good health and well-being in the Far North.

- Eat healthy meals to boost your immune systems. Include fruits, vegetables, grain products, leafy greens, salmon in your diet.

- Drink a lot of water all day to improve your health.

- Get regular exercises for at least 30 minutes a day to prevent diseases.

- Lose your extra weight. You have to reduce the number of calories you consume.

- Wash your hands before eating a meal. It is a good habit and an effective way to prevent infection.

- Protect your skin, the first layer of defense in the body.

- Get enough sleep. It enables the body to repair and be fit and ready for another day

- Prevent substance abuse. Smoking, alcohol, and tobacco caffeine and sugary drinks consumption are harmful to your health.

- Make your lifestyle choices better to enjoy a healthy, happy life. Adopt healthy lifestyle choices. Find a way to ratchet down stress and depression.

Finally it can be observed that the importance of health for a cadet in the Far North is that it saves him the costs of treatment and the hassle of going to hospitals. A healthy cadet is far from the disease. In this light, cadets must care for their health, keep to a healthy lifestyle and keep fit to study and then to work successfully for marine companies in Russia and abroad.

From this we can conclude the following:

- The Russian Government and vocational educational establishments are concerned with their youth health. The Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College focuses on cadets' aspects of prevention and health guidance.

- The Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College cadets have formed a healthy lifestyle. They don't have bad habits, go in for sport, attitude to their health positively. Healthy cadets feel comfortable and happy in their lives and enjoy the life well, establish their relationships with people and show love, kindness, and intimacy to their families, and study with excellent grades.

- The cadets of Mesiatsev Murmansk Marine Fishing College must consider many matters and behaviors in life to avoid diseases in the Far North conditions. They must care for their health, keep to a healthy lifestyle and keep fit to study and then to work successfully for Russian and foreign marine companies.

Статья поступила в редакцию 17.04.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 17.04.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 71–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 71–77.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.013

УДК 004.9:614.84(470.21)

И. О. Починок, И. М. Лазарева, О. И. Ляш

Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия

lazareva.irina@masu.edu.ru

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОЧАГОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Аннотация

В представляемой работе предлагается реализовать получение снимков со спутника и автоматическое выявление очагов возникновения природных пожаров на основе данных сканирующих систем MODIS/Terra (Aqua) и AVHRR/NOAA. Программная реализация использует свёрточную нейронную сеть, обученную на наборе патчей снимков и соответствующих им маскам сегментации, полученным на основе наиболее известных методов обнаружения пожаров. Решение о фиксации возникновения пожара принимается на основе использования схемы голосования: должны совпасть результаты не менее двух алгоритмов.

Ключевые слова:

Природные пожары, обработка спутниковых данных, свёрточная нейронная сеть.

I. O. Pochinok, I. M. Lazareva, O. I. Lyash

Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

lazareva.irina@masu.edu.ru

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE WILDFIRES OCCURRENCE DETECTION BASED ON AN ENSEMBLE OF ALGORITHMS FOR SATELLITE DATA PROCESSING

Abstract

In the presented work, it is proposed to implement satellite imagery and automatic wildfires occurrence detection based on data from the MODIS/Terra (Aqua) and AVHRR/NOAA scanning systems. The software development uses a convolutional neural network trained on a set of image patches and corresponding segmentation masks obtained on the basis of the most well-known methods for detecting active fires. The decision to fix the wildfires occurrence is made based on the use of a voting scheme: the results of at least two algorithms must match.

Keywords:

Wildfires, satellite data processing, convolutional neural network.

Использование спутниковых данных для мониторинга пожарной обстановки на территории вдали от населенных пунктов является наиболее быстрым и эффективным способом получения объективной и независимой информации для оперативного принятия решений по борьбе со стихией. Актуальной является задача обнаружения пожара на начальной стадии горения с целью минимизации ущерба и затрат на ликвидацию очага возгорания.

Целью данной работы является создание программного продукта, реализующего методы выявления очагов возникновения природных пожаров на территории Мурманской области на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Точка возгорания, или же термическая точка – это значительное повышение температуры участка земной поверхности по сравнению с соседними участками, которое фиксируется искусственными спутниками Земли в момент пролёта. Как исключения рассматриваются температурные аномалии техногенного происхождения.

Исследования в области обнаружения очагов возгорания предполагают разработку методов определения того, соответствует ли анализируемый пиксель на мультиспектральном изображении огню. Поскольку спутники вращаются на разных высотах, а их системы оснащены датчиками с восприятием излучений разной длины волны, обычно такие методы разрабатываются специально под каждую систему.

Начало исследования автоматических методов обнаружения очагов активных пожаров относится к 1970-м годам, когда были проанализированы наиболее подходящие спектральные интервалы на спутниковых снимках. Мэтсон и Холбен в 1987-м утверждали, что дистанционное зондирование Земли – это единственная жизнеспособная альтернатива мониторингу пожаров труднодоступных регионах [Matson and Holben, 1987]. В своих исследованиях они использовали датчик AVHRR для обнаружения пожаров в районе Амазонки. Для этого же датчика были разработаны и другие алгоритмы обнаружения пожаров [Flannigan and Haar, 1986] и [Lee and Tag, 1990], некоторые из них использовались в качестве основы для разработки алгоритмов для других спутниковых датчиков. Имеются алгоритмы [Ji and Stocker, 2002], [Giglio et al., 2003], включающие в себя контекстуальный анализ для обнаружения пожаров с датчиков видимого и инфракрасного сканера VIIRS, которым оборудован спутник Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). В своё время были предложены подход [Kaufman et al., 1998] к обнаружению пожара с использованием датчика MODIS, который позже был улучшен. Полученный метод используется и сегодня, так как данный датчик всё ещё активен и имеет почти ежедневное глобальное покрытие, способное обнаруживать пожары размером от 100 м² [Maier et al., 2013]. Кроме того, данный алгоритм в дальнейшем был значительно улучшен и послужил основой для разработки методов для других спутников. В 2014 г. датчик VIIRS получил собственный алгоритм обнаружения пожаров на основе алгоритма для MODIS, предложенный [Schroeder et al., 2014].

Из всех ранее перечисленных методов в данной работе будут использоваться алгоритмы, предложенные Schroeder et al. [Schroeder et al., 2014] и его аналоги: Murphy et al. [Murphy et al., 2016] и Kumar and Roy [Kumar and Roy, 2018]. Этот выбор обоснован тем, что данные решения подходят для широко используемых датчиков VIIRS и MODIS, что позволит охватить большее количество спутников, в том числе полезных для контроля территории Мурманской области.

Выбранные алгоритмы обнаружения термальных точек реализуют сравнение значений пикселя с фиксированным порогом в определённых диапазонах и статистических данных из окружающего их региона, а также могут лечь в основу автоматической генерации масок сегментации спутниковых снимков. На рис. 1 показаны образцы изображений с активным огнём и соответствующие маски сегментации для наборов условий, соответствующим трем выбранным алгоритмам Schroeder et al. [Schroeder et al., 2014], Murphy et al. [Murphy et al., 2016] и Kumar and Roy [Kumar and Roy, 2018].

Анализ изображений на рис. 1 позволяет заметить, что, хотя все три алгоритма в целом выявляют наличие огня на определённом уровне, по пиксельная сегментация между ними все же имеет различия. Условия Murphy et al. [Murphy et al., 2016] выглядят более чувствительными к низкому уровню интенсивности, в то время как все алгоритмы хорошо работают с очень высокой интенсивностью.

Полученные с помощью трех наборов условий, соответствующих выбранным алгоритмам, изображения масок выявленных очагов пожаров могут стать набором данных для обучения сверточной нейронной сети (CNN).

Для обучения CNN была выбрана общедоступная база данных, включающая в себя снимки, сделанные по всему миру за август-сентябрь 2020 г., за исключением Антарктики,

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 71–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 71–77.

каждый прямоугольник соответствует сцене изображения Landsat-8 WRS размером $\approx 7\,600 \times 7\,600$ пикселей, покрывающей площадь 185×180 км.

Программа Landsat, реализуемая NASA/USGS, обеспечивает с 1972 года непрерывное получение высококачественных спутниковых изображений Земли, и может являться ключевым инструментом для непрерывного мониторинга окружающей среды [Roy et al., 2014]. Спутник Landsat-8 вращается вокруг Земли на высоте 705 км, при этом данные сегментированы на сцены с высотой 185-180 с 16-дневным периодом повторного посещения. Этот спутник использует датчики Operational Land Imager (OLI) и Thermal Infrared Sensor (TIRS) для получения одиннадцати каналов мультиспектральных данных c1–c11. Изображения кодируются в формате TIFF, с разрешением 7600×7600 пикселей, с 16 битами на каждый пиксель каждого канала. Мультиспектральный пиксель соответствует 30 метрам пространственного разрешения (Земля).

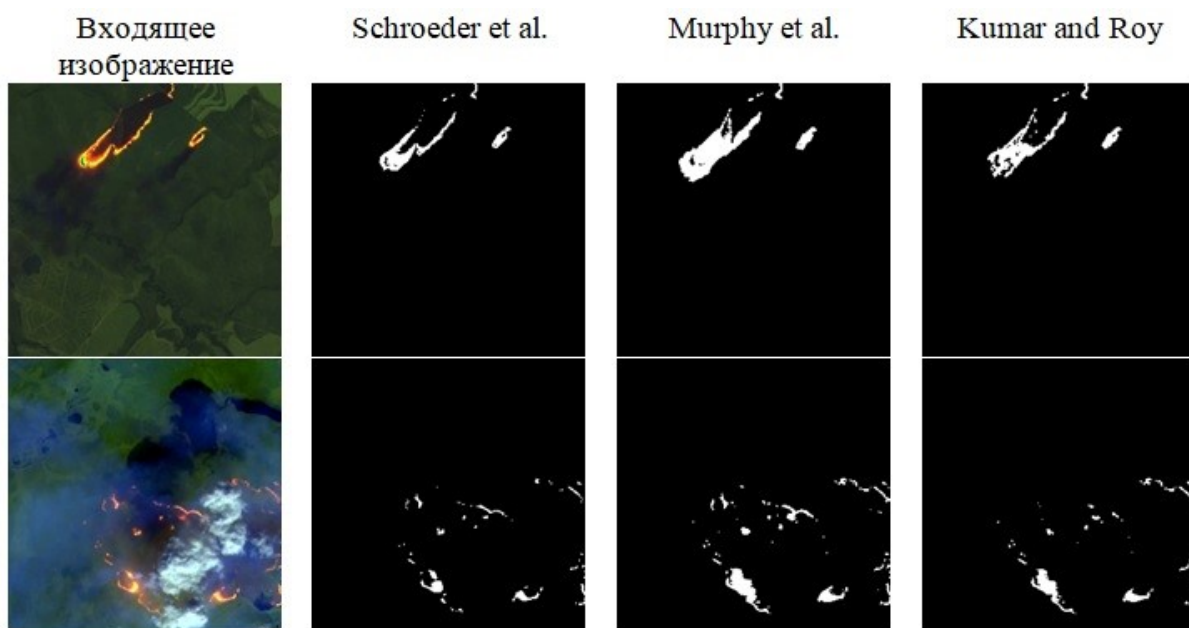


Рис. 1. Патчи изображений и соответствующие маски, извлечённые из набора данных
Fig. 1. Image patches and corresponding masks extracted from the dataset

Предлагаемый метод обнаружения очагов пожаров представляет собой свёрточную нейросеть, обученную на наборе данных, состоящим из патчей снимков и соответствующим их маскам сегментации.

Несмотря на то, что разработка надёжных и высоко оптимизированных архитектур CNN не является задачей данной работы, тем не менее важно продемонстрировать, что сеть, обученная на общедоступных данных, способна давать результаты, сопоставимые с результатами полученными с помощью таких алгоритмов как Schroeder et al. [Schroeder et al., 2014], Murphy et al. [Murphy et al., 2016] и Kumar and Roy [Kumar and Roy, 2018].

В начале этапа обучения использовалась проверенная архитектура CNN с 50 % фрагментов изображений для обучения и с другими 50 %, зарезервированными под тестирование, чтобы показать, насколько хорошо обученная архитектура может аппроксимировать исходные сегментации, полученные рассмотренными методами, а также комбинации их выводов.

Используемая в работе CNN основана на популярной архитектуре для сегментации изображений U-Net, предложенной Ronneberger et al. [Ronneberger et al., 2015]. U-Net – это

полностью свёрточная сеть с двумя симметричными половинами: первая содержит в себе операции объединения, что позволяет уменьшить разрешение данных, а вторая с операциями повышения дискретизации, которые восстанавливают исходное разрешение данных.

Реализованная CNN на выходе имеет 1-канальное бинарное изображение 256×256 пикселей, где 1 и 0 представляют собой соответственно горящие и не горящие пиксели. Для получения этих двоичных выходных данных, выходы CNN сравниваются с пороговым критерием, так что любой пиксель со значением свыше 0,25 будет зафиксирован как 1.

Одним из важных этапов была реализация критериев каждого из методов обнаружения термальных точек в виде кода и последующее их применение при обучении нейронной сети для получения итоговых весов. Для проверки результатов программной реализации критериев выбранный снимок из набора данных обрабатывался каждым из методов по отдельности, а потом – методом голосования. Схема голосования: решение о фиксации возникновения пожара принимается, если совпадают результаты не менее двух алгоритмов.

Далее была произведена оценка реализованного подхода в соответствии с основными показателями, используемыми в задачах семантической сегментации, таких как COCO [Lin et al., 2014].

F-оценка [Chinchor and Sundheim, 1993] – гармоническое среднее значения точности P и показателей полноты R таких как:

$$P = \frac{tp}{tp+fp}, \quad R = \frac{tp}{tp+fn} \quad \text{такой, что:} \quad F = \frac{2}{\frac{1}{P} + \frac{1}{R}},$$

где tp (истинные срабатывания) – количество правильно классифицированных пикселей огня, fp (ложные срабатывания) – количество пикселей, не связанных с огнём, ложно классифицированных как пожарные, и fn (ложноотрицательные) – количество пикселей, неправильно классифицированных как не горящие.

Кроме того, отслеживалась метрика Intersection-Over-Union (IoU) [Pinheiro et al., 2015]:

$$IoU = \frac{tp}{tp + fn + fp}$$

Все метрики были рассчитаны в соответствии с реализацией оценки COCO (<http://cocodataset.org>): значения tp, fp и fn накапливаются для всех изображений, а метрики вычисляются только один раз для всего набора данных (глобальная производительность на пиксель).

В качестве входных данных – 10-канальное изображение со спутника Landsat-8. Оценивалась способность CNN воспроизводить маски из отдельных методов, а также маски метода голосований на тестовом наборе. Результаты представлены в виде Табл. 1.

Таблица 1. Эффективность распознавания пожара

Table 1. Efficiency of active fire recognition

Маска	P	R	IoU	F
Schroeder <i>et al.</i>	86.8	89.7	78.9	88.2
Murphy <i>et al.</i>	93.6	92.5	87.0	93.0
Kumar-Roy	84.6	94.1	80.3	89.1
Voting	92.9	95.5	89.0	94.2

Из полученных результатов можно сделать вывод, что метод голосования имеет наибольшую эффективность по сравнению с использованием методов по отдельности.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 71–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 71–77.

Программная реализация предложенного подхода представляет собой клиент-серверное веб-приложение. Источником данных для анализа являются открытые геопорталы такие, как GloVis (<https://glovis.usgs.gov/app>), EarthDataSearch (<https://search.earthdata.nasa.gov/search>) и их как отечественные, так и зарубежные аналоги.

Данные, а именно снимки в виде архива с файлами формата GeoTIFF и сопроводительными файлами, загружаются в хранилище на сервере, после того как поступил соответствующий запрос от пользователя, где проходят обработку посредством объединения каждого из предоставленных каналов в один многоканальный снимок и следующего за этим кадрирования для дальнейшего анализа.

После завершения этапов загрузки и обработки снимков запускается программный модуль, отвечающий за анализ обработанных снимков с помощью весов, полученных при обучении нейронной сети. В результате в хранилище сохраняются выходные 1-канальные бинарные изображения для дальнейшего анализа каждого фрагмента исходного снимка на наличие пикселей огня. В случае обнаружения термальных точек, выводится оповещение о наличии пожара, сопровождаемое фрагментом снимка, на котором он найден. Концепт основной страницы программной реализации представлен на рис. 2.

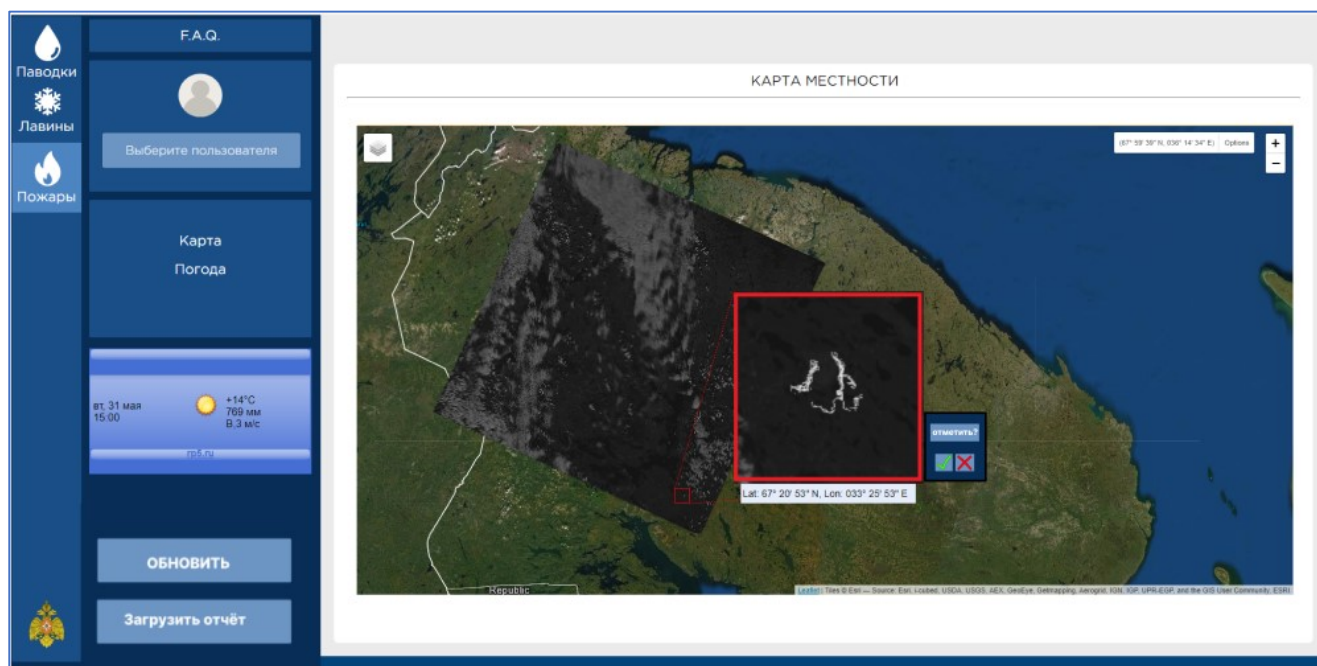


Рис.2 Концепция основной страницы
Fig.2 The concept of the main page

Полученные результаты показывают, что предложенный в данной работе подход к обнаружению природных пожаров с использованием методов глубокого обучения на основе данных дистанционного зондирования Земли может стать эффективным инструментом наряду с уже имеющимися методами.

Дальнейшая работа предполагает изучение альтернативных методов обнаружения возгораний, а также разработки средств объединения результатов обнаружения с нескольких спутников с разными откликами, пространственным разрешением и циклами захвата с целью повышения надёжности.

Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

Список источников

- Chinchor N., Sundheim B.* Muc-5 evaluation metrics. In Conference on Message Understanding, MUC5 '93, pp. 69–78, USA. 1993. [Электронный ресурс]: Association for Computational Linguistics. ISBN 1558603360. Режим доступа: doi:10.3115/1072017.1072026, свободный (дата обращения: 15.04.2022).
- Flannigan M. D., Vonder Haar T. H.* Forest fire monitoring using NOAA satellite AVHRR. [Электронный ресурс]: Canadian Journal of Forest Research. 1986. 16(5): 975–982. Режим доступа: <https://doi.org/10.1139/x86-171>, свободный (дата обращения: 13.04.2022).
- Giglio L., Descloitres J., Justice C. O., Kaufman Y. J.* An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. [Электронный ресурс]: Remote Sensing of Environment (Elsevier). 2003. 87(2): 273–282. ISSN0034-4257. Режим доступа: doi:10.1016/S0034-4257(03)00184-6, свободный (дата обращения: 12.04.2022).
- Ji Y., Stocker E.* Seasonal, intraseasonal, and interannual variability of global and fires and their effects on atmospheric aerosol distribution. [Электронный ресурс]: Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2002. 107(D23): ACH 10–1–ACH 10–11. Режим доступа: doi:10.1029/2002JD002331, свободный (дата обращения: 19.04.2022).
- Kaufman Y. J., Justice C. O., Flynn L. P., Kendall J. D., Prins E. M., Giglio L., Ward D. E., Menzel W. P., Setzer A. W.* Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. [Электронный ресурс]: Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 1998. 103(D24): 32215–32238. Режим доступа: doi:10.1029/98JD01644, свободный (дата обращения: 19.04.2022).
- Kumar S. S., Roy D. P.* Global operational land imager Landsat-8 reflectance-based active fire detection algorithm [Электронный ресурс]: International Journal of Digital Earth. 2018. V. 11, Is. 2. P. 154–178. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/17538947.2017.1391341>, свободный (дата обращения: 17.11.2022)
- Lee T. F., Tag P. M.* Improved Detection of Hot spots using the AVHRR 3.7-um Channel. [Электронный ресурс]: Bulletin of the American Meteorological Society. 1990. 71(12): 1722–1730. Режим доступа: doi:10.1175/1520-0477, свободный (дата обращения: 17.04.2022).
- Maier S. W., Russell-Smith J., Edwards A. C., Yates C.* Sensitivity of the MODIS fire detection algorithm (MOD14) in the savanna region of the Northern Territory, Australia. [Электронный ресурс]: ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (Elsevier). 2013. 76:11–16. ISSN0924-2716. Режим доступа: doi: 10.1016/j.isprsjprs.2012.11.005, свободный (дата обращения: 17.04.2022).
- Matson M., Holben B.* Satellite detection of tropical burning in Brazil. [Электронный ресурс]: International Journal of Remote Sensing. 1987. 8(3): 509–516. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/01431168708948657>, свободный (дата обращения: 13.04.2022).
- Murphy S. W., de Souza Filho C. R., Wright R., Sabatino G., Pabon R. C.* Hotmap: Global hot target detection at moderate spatial resolution. [Электронный ресурс]: Remote Sensing of Environment (Elsevier). 2016. 177:78–88. ISSN0034-4257. Режим доступа: doi: 10.1016/j.rse.2016.02.027, свободный (дата обращения: 17.04.2022).
- Pinheiro P. H. O., Collobert R., Dollar P.* Learning to Segment Object Candidates. [Электронный ресурс]: Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS). 2015. V. 28. P. 1990–1998. Режим доступа: doi:10.5555/2969442.2969462, свободный (дата обращения: 15.04.2022).
- Ronneberger O., Fischer P., Brox T.* U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. [Электронный ресурс]: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. 2015. V. 9351 of LNCS. P. 234–241. Springer. Режим доступа: doi:10.1007/978-3-319-24574-4_28, свободный (дата обращения: 15.04.2022).
- Roy D. P., Wulder M. A., Loveland T. R., and et al.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. [Электронный ресурс]: Remote Sensing of Environment (Elsevier). 2014. 145:154–172. ISSN 0034-4257. Режим доступа: doi: 10.1016/j.rse.2014.02.001
- Schroeder W., Oliva P., Giglio L., Csiszar I. A.* The new VIIRS 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment. [Электронный ресурс]: Remote Sensing of Environment

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 71–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 71–77.

(Elsevier). 2014. 143:85–96. ISSN0034-4257. Режим доступа: doi: 10.1016/j.rse.2013.12.008, свободный (дата обращения: 17.04.2022).

References

- Chinchor N., Sundheim B. Muc-5 evaluation metrics. In Conference on Message Understanding, MUC5 '93, pp. 69–78, USA, 1993. Association for Computational Linguistics. ISBN 1558603360. doi:10.3115/1072017.1072026 (accessed 15.04.2022).
- Flannigan M. D., Vonder Haar T. H. Forest fire monitoring using NOAA satellite AVHRR. Canadian Journal of Forest Research, 1986, 16(5), pp. 975–982. Available at: <https://doi.org/10.1139/x86-171> (accessed 13.04.2022).
- Giglio L., Descloitres J., Justice C. O., Kaufman Y. J. An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environment (Elsevier), 2003, 87(2), pp. 273–282. ISSN0034-4257. doi:10.1016/S0034-4257(03)00184-6 (accessed 12.04.2022).
- Ji Y., Stocker E. Seasonal, intraseasonal, and interannual variability of global and fires and their effects on atmospheric aerosol distribution. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2002, 107(D23): ACH 10–1–ACH 10–11, doi:10.1029/2002JD002331 (accessed 19.04.2022).
- Kaufman Y. J., Justice C. O., Flynn L. P., Kendall J. D., Prins E. M., Giglio L., Ward D. E., Menzel W. P., Setzer A. W. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 1998, 103(D24): 32215–32238. doi:10.1029/98JD01644 (accessed 19.04.2022).
- Kumar S. S., Roy D. P. Global operational land imager Landsat-8 reflectance-based active fire detection algorithm. International Journal of Digital Earth, 2018, Vol. 11, Is. 2, pp. 154–178. Available at: <https://doi.org/10.1080/17538947.2017.1391341> (accessed 17.11.2022).
- Lee T. F., Tag P. M. Improved Detection of Hot spots using the AVHRR 3.7-um Channel. Bulletin of the American Meteorological Society, 1990, 71(12), pp. 1722–1730. doi:10.1175/1520-0477 (accessed 17.04.2022).
- Maier S. W., Russell-Smith J., Edwards A. C., Yates C. Sensitivity of the MODIS fire detection algorithm (MOD14) in the savanna region of the Northern Territory, Australia. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (Elsevier), 2013, 76:11–16. ISSN0924-2716. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2012.11.005 (accessed 17.04.2022).
- Matson M., Holben B. Satellite detection of tropical burning in Brazil. International Journal of Remote Sensing, 1987, 8(3), pp. 509–516. Available at: <https://doi.org/10.1080/01431168708948657> (accessed 13.04.2022).
- Murphy S. W., de Souza Filho C. R., Wright R., Sabatino G., Pabon R. C. Hotmap: Global hot target detection at moderate spatial resolution. Remote Sensing of Environment (Elsevier), 2016, 177:78–88. ISSN0034-4257. doi: 10.1016/j.rse.2016.02.027 (accessed 17.04.2022).
- Pinheiro P. H. O., Collobert R., Dollar P. Learning to Segment Object Candidates. Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), 2015, Vol. 28, pp. 1990–1998. doi:10.5555/2969442.2969462 (accessed 15.04.2022).
- Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Vol. 9351 of LNCS, pp. 234–241. Springer, 2015. doi:10.1007/978-3-319-24574-4_28 (accessed 15.04.2022).
- Roy D. P., Wulder M. A., Loveland T. R., and et al. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote Sensing of Environment (Elsevier), 2014, 145:154–172. ISSN 0034-4257. doi: 10.1016/j.rse.2014.02.001
- Schroeder W., Oliva P., Giglio L., Csiszar I. A. The new VIIRS 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment. Remote Sensing of Environment (Elsevier), 2014, 143:85–96. ISSN0034-4257. doi: 10.1016/j.rse.2013.12.008 (accessed 17.04.2022).

Статья поступила в редакцию 19.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 19.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Г. С. Шелегов, О. И. Ляш, И. М. Лазарева

Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия

lyash.oleg@masu.edu.ru

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НАЧАЛА ФОРМИРОВАНИЯ СКОПЛЕНИЙ ЛЬДА НА РЕКАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК СПУТНИКОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Аннотация

В представляемой работе предлагается реализовать автоматизированное получение снимков со спутника и обнаружение начала формирования скоплений льда на основе анализа поляризационных характеристик радиолокационных данных спутника серии Sentinel-1. Программная реализация использует стек технологий, позволяющих работать с геоданными. Решение о фиксации начала схождения или образования льда принимается на основе сравнения полученных показателей и долгосрочных средних значений для исследуемых речных акваторий.

Ключевые слова:

Заторы, зажоры, обработка спутниковых данных, поляризационные характеристики.

G. S. Shelegov, O. I. Lyash, I. M. Lazareva

Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

lyash.oleg@masu.edu.ru

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR LOCATING THE STARTING OF ICE CONGESTIONS ON MURMANSK REGION'S RIVERS BASED ON THE FEATURES ANALYSIS OF THE SATELLITE RADAR DATA

Abstract

In this paper, it is proposed to implement automated satellite imagery acquisition and locating the starting of ice congestions based on the features analysis of the Sentinel-1's radar data. The software implementation uses technology stack that allow working with geodata. The decision to fix the beginning of ice convergence or ice formation is made based on a comparison of the obtained indicators and long-term averages for the investigated river areas.

Keywords:

Ice congestion, satellite data processing, polarization features.

Река в межсезонье – место повышенной опасности. Каждый год Министерство чрезвычайных ситуаций (МЧС) вынуждено предпринимать действия по предотвращению негативных последствий от половодий. Если вовремя обнаружить начало формирования скопления льда в виде затора или зажора, есть большая вероятность исключить возникновение чрезвычайной ситуации, снизив ущерб, который может быть нанесен жителям населенных пунктов и инфраструктуре. Для своевременного обнаружения затора или зажора нужно в режиме реального времени (или приближенному к нему) иметь информацию об общем состоянии льда на всём протяжении русла путём осуществления мониторинга ледовой обстановки.

Существующие на данный момент методы мониторинга не способны покрыть на постоянной основе всё русло рек. Примером таких методов может являться использование гидрологических постов, расположенных точечно и не способных дать информацию по всему руслу или использование групп людей со специальным оборудованием для анализа состояния льда, которые будут давать более полную картину, но скорость продвижения, которых

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 78–84.

незначительна и не везде ландшафт позволяет им двигаться свободно. Методы, которые осуществляют полное покрытие и быстро предоставляют данные довольно затратны. Примером такого метода является аэрофотосъёмка, затраты на реализацию которого в случае мониторинга рек на постоянной основе не оптимальна [Сидоренко и Романцов, 2010]. Альтернативой всего является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), так как этот способ позволит получать качественный результат, охватывающий район всей реки, почти в режиме реального времени.

Таким образом, задача для разработки метода ДЗЗ постоянного мониторинга состояния рек в периоды межсезонья как альтернатива уже существующим методам является актуальной.

Целью работы является создание программного продукта, реализующего анализ ледовой обстановки с помощью обработки данных дистанционного зондирования Земли.

В районах крайнего севера заторы и зажоры явление не редкое. На всём Кольском полуострове реки довольно извилисты, так же присутствует большое количество перепадов высот, а на некоторых участках, в виду наличия порогов, не образуется лёд, что в свою очередь является источником шуги на протяжении всего зимнего периода.

По данным МЧС особый интерес в Мурманской области представляют реки Варзуга и Кола. На них почти каждый период межсезонья проходит с осложнениями.

Наиболее подходящим для задачи мониторинга ледовой обстановки в арктических условиях, видится использование спутника с микроволновым оборудованием. Обилие облачности в межсезонный период не позволяет взять за основу источника данных видимый спектр. А использование инфракрасных диапазонов может оказаться недостаточным в отношении длины волны. Так же существуют проблемы с орбитой. Мурманская область находится за полярным кругом, покрытие этой зоны довольно слабое, что так же вызывает осложнение в выборе источника данных.

Учитывая все особенности условий, в которых предполагается проводить дистанционное зондирование, предлагается использовать спутники Sentinel-1. Антенны радиолокационной станции (РЛС), установленные на подобных спутниках, предназначены для передачи электромагнитных волн выбранной поляризации. В большинстве радаров используются волны с горизонтальной (H) или вертикальной (V) поляризацией, в некоторых – с круговой поляризацией [Giuli, 1986]. Когда волна рассеивается на земле, поляризация может измениться, что приводит к разнополяризованному обратному рассеянию. Это обратное рассеяние снова имеет горизонтальную или вертикальную поляризацию. Например, HH передается и принимается по горизонтали, VH – это волна, которая передается с вертикальной поляризацией и принимается по горизонтали. Разные спутники используют разную поляризацию. Обе поляризации Sentinel-1 VV и VH (рис. 1) по-разному взаимодействуют с поверхностью реки, в зависимости от того, замерзла она или нет, поскольку диэлектрические свойства воды и льда различаются [Hallikainen, 2014].

Не только лед и вода по-разному влияют на обратное рассеяние, волны имеют тенденцию влиять на сигнал как в VV, так и в VH. Значения VH менее чувствительны к волнению и, следовательно, к ветру [Duguay et al., 2014; Sanden et al., 2013]. На отражение волны от льда влияют и другие факторы, такие как тип льда [Surdu et al., 2015; Geldsetzer et al., 2010], толщина льда [Jeffries et al., 1994; Geldsetzer et al., 2010], кристаллографический тип льда [Jeffries et al., 1994; Surdu et al., 2015], влажность потенциального снежного покрова льда [Tsai et al., 2019; Nolan et al., 2002; Surdu et al., 2015; Los and Pawlowski, 2017; Rott and Nagler, 1994], глубина реки [Geldsetzer et al., 2010], частота входящего сигнала (которая более-менее фиксирована для одного и того же спутника), угол падения [Nghiem and Leshkevich, 2007;

Мoen et al., 2015] и находится ли спутник на восходящей или нисходящей орбите [Surdu et al., 2015].

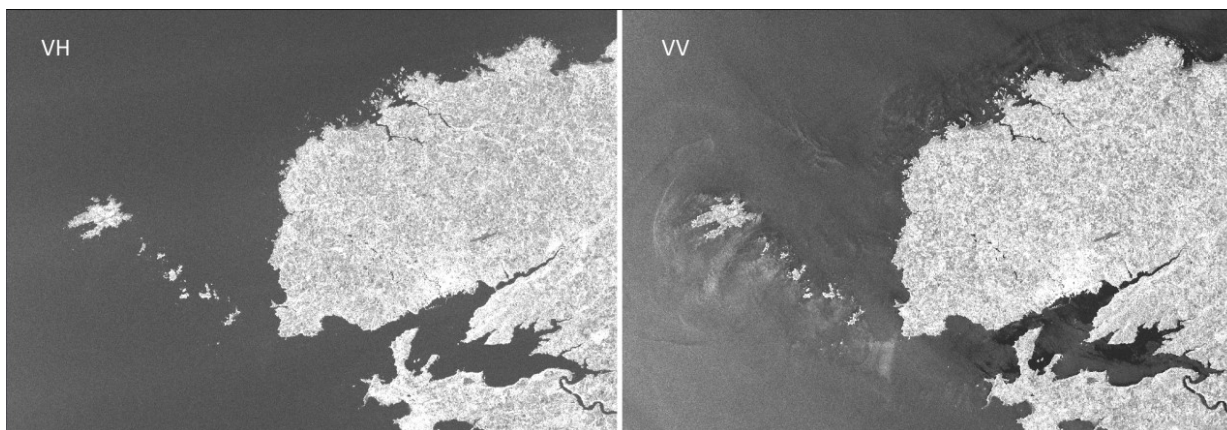


Рис. 1. Различие поляризации
Fig. 1. The difference in polarization

Не только лед и вода по-разному влияют на обратное рассеяние, волны имеют тенденцию влиять на сигнал как в VV, так и в VH. Значения VH менее чувствительны к волнению и, следовательно, к ветру [Duguay et al., 2014; Sanden et al., 2013]. На отражение волны от льда влияют и другие факторы, такие как тип льда [Surdu et al., 2015; Geldsetzer et al., 2010], толщина льда [Jeffries et al., 1994; Geldsetzer et al., 2010], кристаллографический тип льда [Jeffries et al., 1994; Surdu et al., 2015], влажность потенциального снежного покрова льда [Tsai et al., 2019; Nolan et al., 2002; Surdu et al., 2015; Los and Pawlowski, 2017; Rott and Nagler, 1994], глубина реки [Geldsetzer et al., 2010], частота входящего сигнала (которая более-менее фиксирована для одного и того же спутника), угол падения [Nghiem and Leshkevich, 2007; Moen et al., 2015] и находится ли спутник на восходящей или нисходящей орбите [Surdu et al., 2015].

Для определения значений, которые будут показывать состояния ледовой обстановки, были исследованы различные комбинации поляризации и составлены временные ряды. Наиболее подходящим оказалось исследование двух полос VV и VH.

В качестве исходных данных, на которых используются комбинации, был выбран период весна 2021 г. на реке Кола. Первые подвижки льда в том сезоне наблюдались 29 апреля.

Проблемой наблюдения за изменениями значений VV или VH во времени является разница в угле падения, так как угол сильно влияет на обратное рассеяние. Более высокие углы, как правило, имеют более низкие значения обратного рассеяния как для значений VH, так и для значений VV [Surdu et al., 2015].

Поэтому было решено исследовать главным образом соотношение двух полос в предположении о сравнимом влиянии угла падения на обратное рассеяние (рис. 2) как VV, так и VH [Lievens et al., 2019]. Использование такого соотношения так же может привести к уменьшению влияния на их значения, вызванного изменением состояния снега, если оба значения подвержены одинаковому влиянию.

В итоге наиболее состоятельным оказалось использование соотношения VV/VH и что бы явно можно было фиксировать значимые отклонение предлагается дополнить график долгосрочным значением (рис. 3). Долгосрочное значение строится на основе десяти первых данных и корректируется дальше на основе новых. В свою очередь изменение состояния на реке—это резкий скачок графика в случае образования льда и падение - при начале таяния. Что

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 78–84.

бы эти изменения были явно заметны, предлагается добавить разметку для долгосрочного среднего значения в виде отклонения значений на +/- 40 %. Таким образом, основой метода мониторинга будет являться автоматизированный анализ графика со всеми значениями показателей отношения поляризационных характеристик, зарегистрированными за период наблюдений, дополненный графиком среднего долгосрочного значения с учётом отклонения.



Рис. 2. График соотношения VV/VH
Fig. 2. Graph of the VV/VH ratio

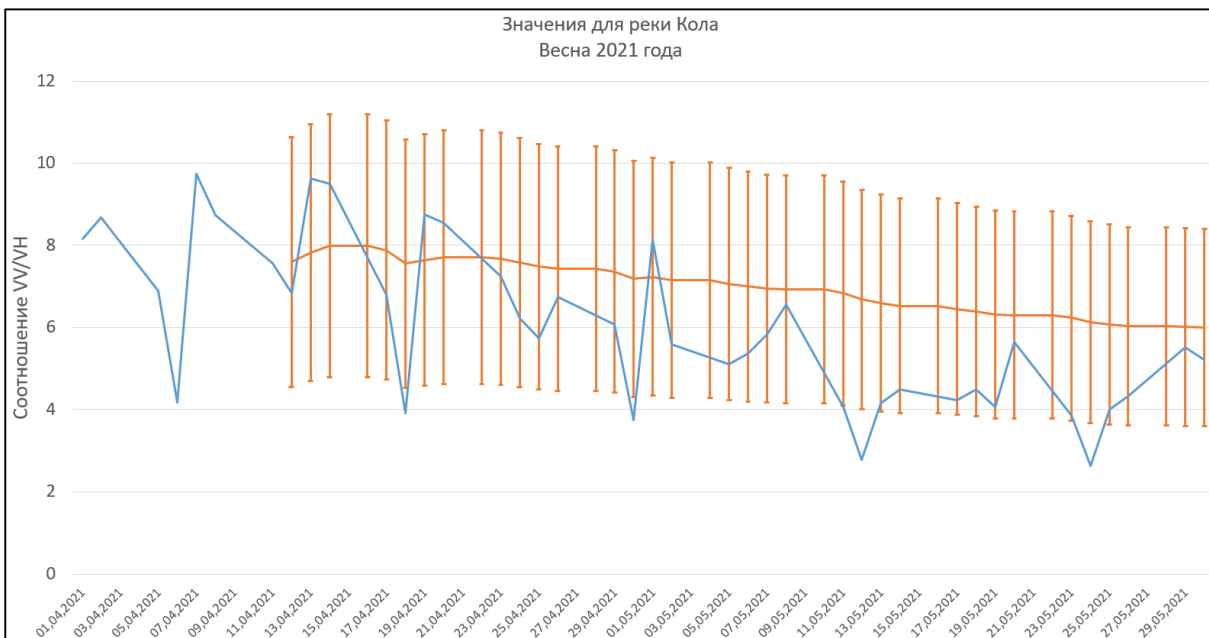


Рис. 3 График соотношения VV/VH с долгосрочным значением
Fig. 3 Graph of VV/VH ratio with long-term value

Для программной реализации предложенного метода мониторинга данной работе был подобран следующий стек технологий:

Python используется как основной язык программирования в проекте, были использованы такие библиотеки как Glob для работы с путями, DateTime для работы со временем, Arcsru для работы с ArcGis, а также Numруи Pandas для реализации метода;

SNAP (Sentinel Application Platform) – это приложение, которые включает в себя общую архитектуру инструментов обработки данных спутников Sentinel различных версий;

SentinelSat – упрощает поиск, загрузку и извлечение метаданных спутниковых изображений Sentinel из центра открытого доступа Copernicus;

ArcGis – программное обеспечение географической информационной системы (ГИС), которое позволяет обрабатывать и анализировать географическую информацию путем визуализации географической статистики с помощью карт построения слоев;

Django – высокоуровневая веб-инфраструктура с открытым исходным кодом построенная на Python, база данных SQLite;

Служба времени Cron используется в проекте для полной автоматизации всего процесса.

Каждый период межсезонья, а именно с 1 октября до 31 ноября осенью и с 1 апреля по 31 мая, Cron на сервере вызывает выполнение скрипта, в котором прописаны все шаги по реализации метода мониторинга. Все данные записываются и сохраняются на сервере, файлы, полученные при обработке, удаляются для экономии места. Для каждого периода создаётся отдельная папка, включающая в название сезона, год и место.

С концептом основной страницы можно ознакомиться на рис. 4.

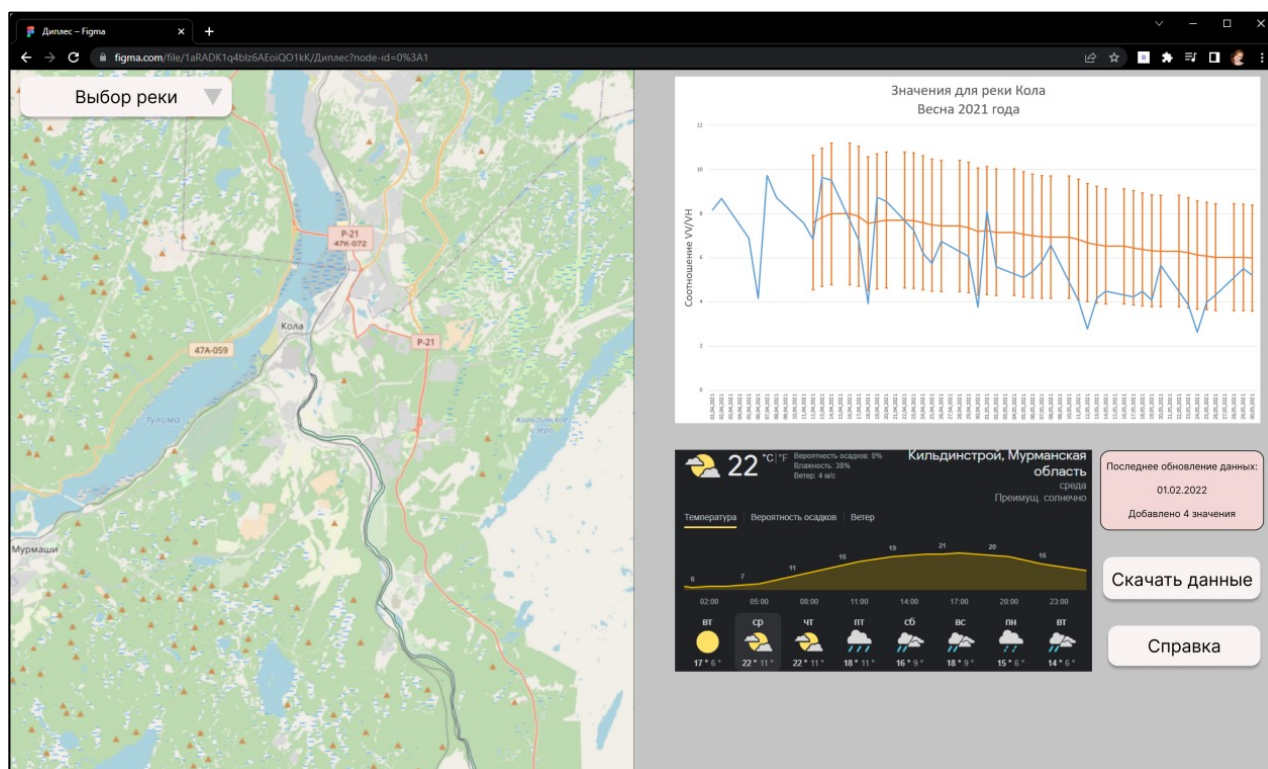


Рис. 4. Концепция основной страницы

Fig. 4. The concept of the main page

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 78–84.

Полученные результаты показывают, что предложенный в данной работе метод мониторинга, используя данные дистанционного зондирования Земли, является эффективным инструментом для выявления мест скопления льда на реках Мурманской области может использоваться как альтернатива уже используемым методам или дополнять их. На данном этапе метод способен фиксировать начало схождения и образования льда. Обладая этой информацией, сотрудники МЧС будут знать, когда стоит проводить мероприятия по предупреждению образования заторов и зажоров на реках Варзуга и Кола для минимизации негативных последствий данных природных явлений.

Дальнейшее увеличение спутникового покрытия, путем вывода на орбиту Sentinel-1C в 2023 г., будет способствовать повышению точности мониторинга и сократит временной промежуток между двумя снимками, увеличив общую пользу метода.

Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

Список источников

- Сидоренко С. В., Романцов А. Д.* Спутниковый мониторинг паводка на реке Томь // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2010. №6. С. 70–77.
- Duguay C., Bernier M., Gauthier Y., Kouraev A.* Remote sensing of lake and river ice // Remote Sensing of the Cryosphere. Chichester: John Wiley & Sons, 2014. С. 273–306.
- Geldsetzer T., Sanden J., Brisco B.* Monitoring lake ice during spring melt using RADARSAT-2 SAR // Canadian Journal of Remote Sensing. 2010. №2. С. 391–400.
- Giuli D.* Polarization diversity in radars // Proceedings of the IEEE. 1986. №2. С. 245–269.
- Hallikainen M.* Microwave Dielectric Properties of Materials // Encyclopedia of Remote Sensing. New York: Springer, 2014. С. 364–375.
- Jeffries M., Morris K., Weeks W., Wakabayashi H.* Structural and stratigraphic features and ERS 1 synthetic aperture radar backscatter characteristics of ice growing on shallow lakes in NW Alaska winter 1991–1992 // Journal of Geophysical Research: Oceans. 1994. №C11. С. 63–90.
- Lievens H., Demuzere M., Marshall H.* Snow depth variability in the Northern Hemisphere mountains observed from space // Nature communications. 2019. Т. 10. №. 1. С. 1–12.
- Los H., Pawlowski B.* The use of Sentinel-1 imagery in the analysis of river ice phenomena on the lower Vistula in the 2015–2016 winter season // 2017 Signal Processing Symposium (SPSymposium). 2017. С. 1–5.
- Moen M., Anfinson S., Doulgeris A.* Assessing polarimetric SAR sea-ice classifications using consecutive day images // Annals of Glaciology. 2015. Т. 56. №. 69. С. 285–294.
- Nghiem S., Leshkevich G.* Satellite SAR remote sensing of Great Lakes ice cover, Part 1. Ice backscatter signatures at C band // Journal of Great Lakes Research. 2007. Т. 33. №. 4. С. 722–735.
- Nolan M., Liston G., Prokein P., Brighman-Grette J.* Analysis of lake ice dynamics and morphology on Lake El'gygytyn, NE Siberia, using synthetic aperture radar (SAR) and Landsat // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2002. №D2. С. 1–12.
- Rott H., Nagler T.* Capabilities of ERS-1 SAR for snow and glacier monitoring in alpine areas // European Space Agency-Publications-ESA SP. 1994. Т. 361. С. 965–965.
- Sanden J., Drouin H., Bian Y.* Repeat Pass InSAR Observations of River and Lake Ice Cover: A Preliminary Evaluation of Information Content // 17th Workshop on River Ice. Edmonton: CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment. 2013.
- Surdu C., Duguay C., Brown L.* Ice Freeze-up and Break-up Detection of Shallow Lakes in Northern Alaska with Spaceborne SAR // Remote Sensing. 2015. №7. С. 6133–6159.
- Tsai Y., Dietz A., Oppelt N.* Remote Sensing of Snow Cover Using Spaceborne SAR: A Review // Remote Sensing. 2019. №11. С. 1–44.

References

- Sidorenko S. V., Romantsov A. D. Sputnikovyj monitoring pavodka na reke Tom' [Satellite Monitoring of the Tom River Flash Flood. By]. *Zemlja iz kosmosa: naibolee jeffektivnye reshenija* [Earth from space: the most effective solutions], 2010, No. 6, pp. 70–77. (In Russ.).
- Duguay C., Bernier M., Gauthier Y., Kouraev A. Remote sensing of lake and river ice. *Remote Sensing of the Cryosphere*, 2014, Chichester: John Wiley & Sons, pp. 273–306.
- Geldsetzer T., Sanden J., Brisco B. Monitoring lake ice during spring melt using RADARSAT-2 SAR. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 2010, No. 2, pp. 391–400.
- Giuli D. Polarization diversity in radars. *Proceedings of the IEEE*, 1986, No. 2, pp. 245–269.
- Hallikainen M. Microwave Dielectric Properties of Materials. *Encyclopedia of Remote Sensing*. New York: Springer, 2014, pp. 364–375.
- Jeffries M., Morris K., Weeks W., Wakabayashi H. Structural and stratigraphic features and ERS 1 synthetic aperture radar backscatter characteristics of ice growing on shallow lakes in NW Alaska winter 1991–1992. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 1994, No. C11, pp. 63–90.
- Lievens H., Demuzere M., Marshall H. Snow depth variability in the Northern Hemisphere mountains observed from space. *Nature communications*, 2019, Vol. 10, No. 1, pp. 1–12.
- Los H., Pawlowski B. The use of Sentinel-1 imagery in the analysis of river ice phenomena on the lower Vistula in the 2015–2016 winter season. *Signal Processing Symposium (SPSymo)*, 2017, pp. 1–5.
- Moen M., Anfinsen S., Doulgeris A. Assessing polarimetric SAR sea-ice classifications using consecutive day images. *Annals of Glaciology*, 2015, Vol. 56, No. 69, pp. 285–294.
- Nghiem S., Leshkevich G. Satellite SAR remote sensing of Great Lakes ice cover, Part 1. Ice backscatter signatures at C band. *Journal of Great Lakes Research*, 2007, Vol. 33. No. 4, pp. 722–735.
- Nolan M., Liston G., Prokein P., Brighman-Grette J. Analysis of lake ice dynamics and morphology on Lake El'gygytgyn, NE Siberia, using synthetic aperture radar (SAR) and Landsat. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2002, No. D2, pp. 1–12.
- Rott H., Nagler T. Capabilities of ERS-1 SAR for snow and glacier monitoring in alpine areas. *European Space Agency-Publications-ESA SP.*, 1994, Vol. 361, pp. 965–965.
- Sanden J., Drouin H., Bian Y. Repeat Pass InSAR Observations of River and Lake Ice Cover: A Preliminary Evaluation of Information Content. *17th Workshop on River Ice*. Edmonton: CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment, 2013.
- Surdu C., Duguay C., Brown L. Ice Freeze-up and Break-up Detection of Shallow Lakes in Northern Alaska with Spaceborne SAR. *Remote Sensing*, 2015, No. 7, pp. 6133–6159.
- Tsai Y., Dietz A., Oppelt N. Remote Sensing of Snow Cover Using Spaceborne SAR: A Review. *Remote Sensing*, 2019, No. 11, pp. 1–44.

Статья поступила в редакцию 19.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.

The article was submitted 19.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 85–95.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 85–95.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.015

УДК 523.9

В. Е. Трошенко

Мурманское Астрономическое Объединение при Российской академии наук, г. Мурманск, Россия
vtroshenkov@mail.ru

25-й СОЛНЕЧНЫЙ ЦИКЛ СТАНОВИТСЯ ВЫШЕ ПРЕДСКАЗАННОЙ МОДЕЛИ

Аннотация

О чём говорила эта модель? О том, что 24-й и 25-й солнечные циклы будут практически похожи по своей силе. С начала 25-го цикла (сентябрь 2020) прошло 1,8 года. И уже события последних 3–4 месяцев фазы роста, особенно марта 2022 г., заставляют переоценить ранее сделанные прогнозы на 25 цикл. Как сообщает сайт <http://spaceweather.com/> за 05.04.2022, “только в одном марте 2022 г. произошло 146 солнечных вспышек, включая 1 вспышку класса X и 13 вспышек класса M”. Вспышечная формула за этот март по данным Брюссельской обсерватории составила 193/11/1 (вспышки C/M/X классов). Кроме того, Число Вольфа, полученное в Брюсселе за март, имело значение W78,4, что больше, чем за тот же период в 24-м цикле (март 2011 г. W56,2). Вспышечная формула для марта 2011–186/21/1. Сравнение Чисел Вольфа за 2011 и 2022 гг. даёт основание сделать вывод, что 25-й цикл становится выше предсказанной модели.

Ключевые слова:

25-й солнечный цикл, фаза роста, вековой цикл, формула C/M/X, Число Вольфа (W).

V. E. Troshenkov

Murmansk Astronomical organization of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
vtroshenkov@mail.ru

THE 25 SOLAR CYCLE BECOMES HIGHER THAN THE PREDICTED MODEL

Abstract

What was this model talking about? That the 24 and 25 solar cycles will be almost similar in their strength. 1.8 years have passed since the beginning of the 25th cycle (September 2020). And already the events of the last 3-4 months of the growth phase, especially March 2022, force us to overestimate previously made forecasts for the 25th cycle. According to the website <http://spaceweather.com/> for 05.04.2022, “in March 2022 alone, 146 solar flares occurred, including 1 X-class flare and 13 M-class flares.” The flare formula for this March, according to the Brussels Observatory, was 193/11/1 (C/M/X class flares). In addition, the Wolf number obtained in Brussels in March had a value of W78.4, which is more than for the same period in cycle 24 (March 2011 W56.2). The flare formula for March 2011 is 186/21/1. A comparison of the Wolf Numbers for the 2011 and 2022 gives reason to conclude that cycle 25 becomes higher than the predicted model.

Keywords:

25 solar cycle, the growth phase, the secular cycle, formula C/M/X, Wolf Number (W).

Введение

Исследование основано на телескопических наблюдениях динамики солнечной активности в 25-м цикле, начавшемся в сентябре 2020 г. На сегодняшний день в архиве автора материала 5735 наблюдений, проведённых в основном в Мурманске. Если учесть, что с 1989 г. автор проводит в 2022 году 34-й наблюдательный сезон, то в среднем за сезон можно получить 168 наблюдений, хотя был год с числом наблюдений 220 (2007-й), но были годы с количеством наблюдений меньше 100 (это самые первые годы 1989 и 1990).

Таким образом, массив данных по группам пятен, крупным вспышкам и рекуррентным корональным дырам за 3 цикла накоплен достаточно большой, чтобы делать обобщения и

сравнения на тех временных отрезках, где известны данные о солнечных циклах (XVIII–XXI века).

Актуальность задачи. Перед наступлением 25-го цикла в научных кругах существовало две модели развития предстоящего нового периода солнечной активности. Одна модель ратовала за то, что по своему уровню 25-й цикл будет похож на 24-й цикл. Другая модель, напротив, показывала 25-й цикл более высоким по уровню, чем 24-й цикл. От того, какая модель права, зависели многие факторы и в ближнем космосе, и на Земле.

Цель задачи. На основе проведённых во время фазы роста 25-го цикла наблюдений – как своих, так и международных, – показать и по мере возможности доказать приведённый в начале статьи тезис “25-й цикл становится выше предсказанной модели”, то есть первой из двух моделей.

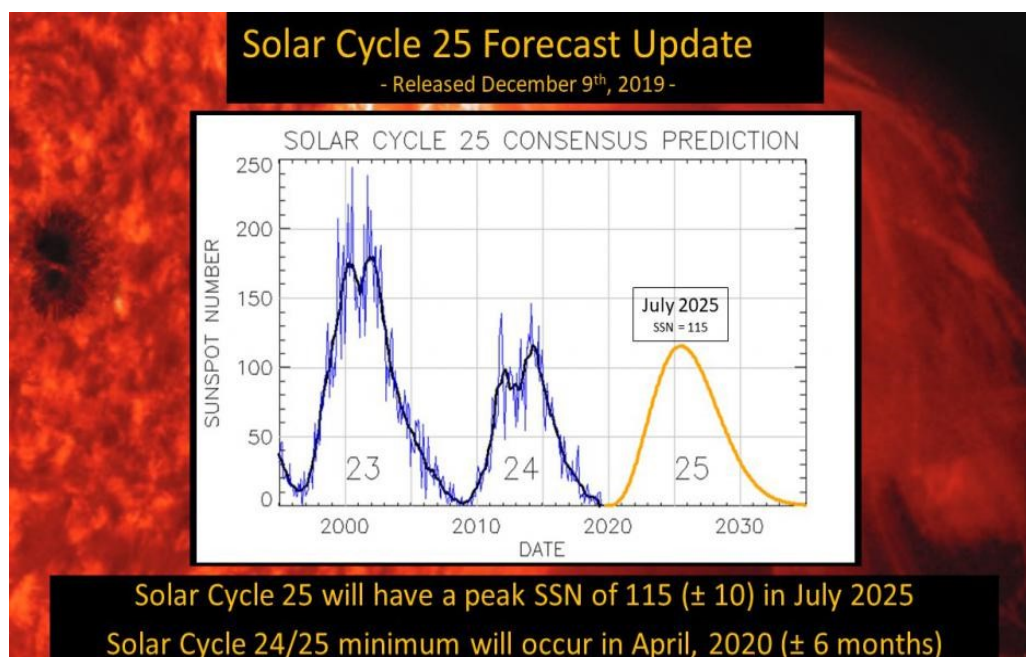


Рис. 1. Модель-прогноз 25 цикла (по данным <http://www.swpc.noaa.gov/>)

Fig. 1. Predicted sunspot number for 25 cycle (according to <http://www.swpc.noaa.gov/>)

Комментарий к рис. 1. также взят из упомянутого выше сайта. “Обновление прогноза 25-го солнечного цикла опубликовано: понедельник, 09 декабря 2019 г. 22:30 UTC Сопредседатели NOAA/NASA, международная группа по прогнозированию солнечного цикла 25, опубликовали свой последний прогноз для солнечного цикла 25. Консенсус по прогнозу: пик в июле 2025 года (+/- 8 месяцев) со сглаженным числом солнечных пятен (SSN 115). Группа согласилась с тем, что цикл 25 будет средним по интенсивности и аналогичным циклу 24. Кроме того, группа согласилась с тем, что солнечный минимум между циклами 24 и 25 произойдёт в апреле 2020 г. (+/- 6 месяцев). Если прогноз солнечного минимума верен, это сделает солнечный цикл 24 самым длинным в истории (11,4 года)”.

Автор с 1994 г. сотрудничает (ведёт обмен результатами наблюдений Солнца) с астрономической обсерваторией в Брюсселе [<https://www.sidc.be/>], возглавляющей международную программу для наблюдателей-любителей. Обсерватория издаёт свой on-line ежемесячный бюллетень с Индексами солнечной активности, геомагнитной активности, информацией о количестве вспышек, методические страницы для начинающих наблюдать Солнце.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 85–95.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 85–95.

На графиках текущих ежемесячных бюллетеней Брюссельской обсерватории можно сейчас увидеть примерно такой вид как на рис. 2. Два прогноза развития 25-го цикла показаны справа от текущего графика. Видно, что фаза минимума между 24-м и 25-м циклами произошла в начале 2020 г. Фаза максимума 25-го цикла спрогнозирована на июль 2025 г. Фаза минимума 25-го цикла в таком случае должна наступить в 2031 г. (а не в декабре 2040 г., как считают некоторые авторитетные авторы).

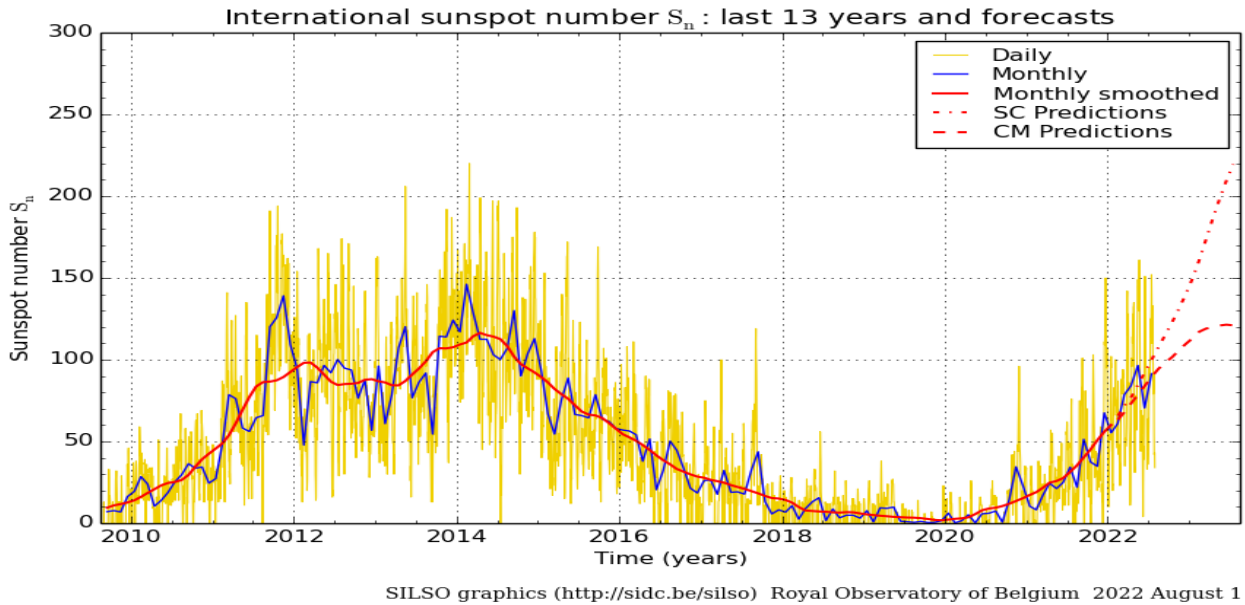


Рис.2. Международное солнечное число S_n : последние 13 лет и прогнозы [https://www.sidc.be/silso/]

Fig. 2. Sunspot number series: last 13 years and forecasts [https://www.sidc.be/silso/]

С точки зрения динамики фазы роста 25-го цикла большой интерес представляют события трёх весенних месяцев 2022 г., поскольку за этот незначительный временной промежуток (с 30 марта по 10 мая) на Солнце произошло 5 вспышек класса X (рис. 3, 4, 5).



Рис. 3. Динамика солнечной активности в марте 2022 г. по наблюдениям В. Е. Трошенкова, Мурманск. В конце графика вверху справа показана вспышка X1 (30 марта)

Fig. 3. Dynamics of solar activity in March 2022 according to the observations by V. E. Troshenkov, Murmansk. The X1 flare is shown at the end of the graph at the top right (March 30)

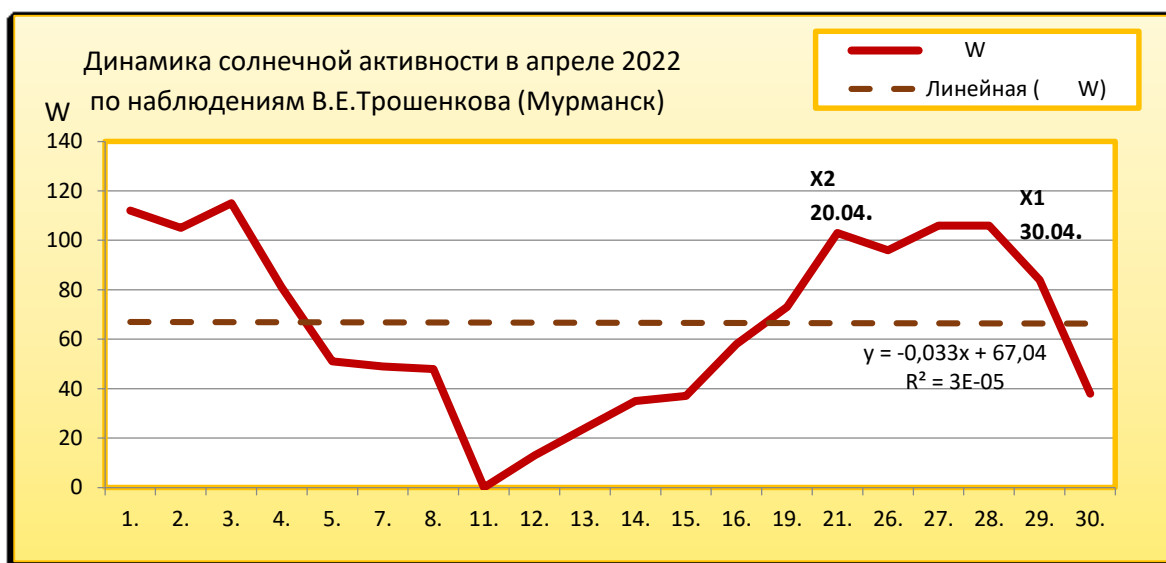


Рис. 4. Динамика солнечной активности в апреле 2022 г. по наблюдениям В. Е. Трошенкова, Мурманск. В конце графика для 20.04. и 30.04. проставлены две вспышки класса X1

Fig. 4. Dynamics of solar activity in April 2022 according to the observations by V. E. Troshenkov, Murmansk. At the end of the chart for 20.04. and 30.04. two flashes of class X1 are affixed

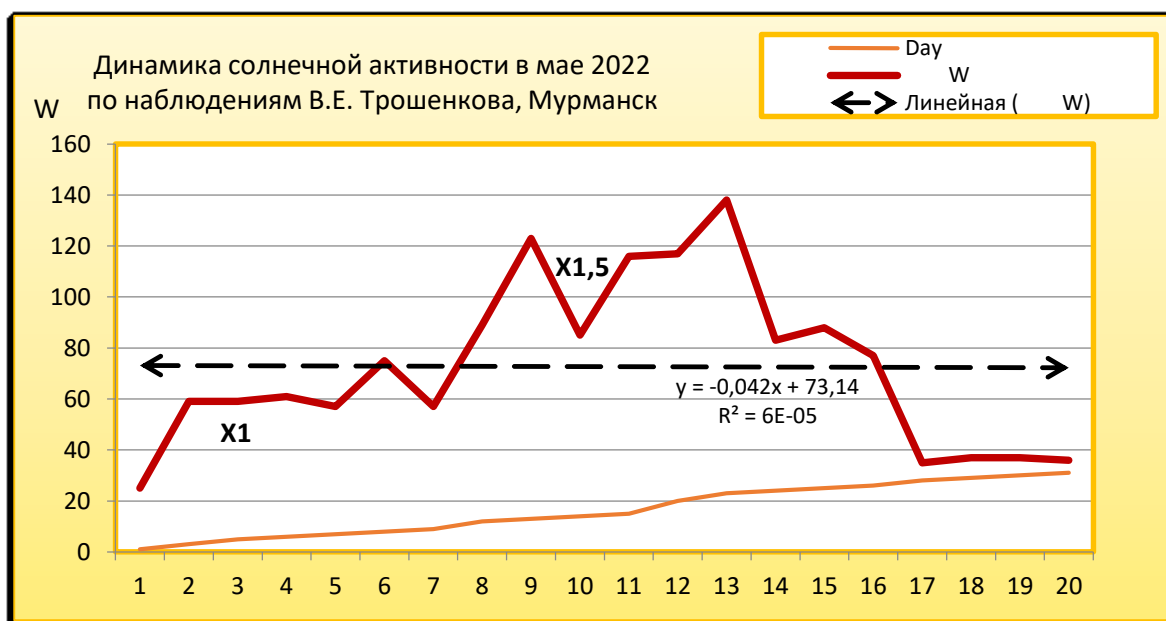


Рис.5. Динамика солнечной активности в мае 2022 г. по наблюдениям В.Е. Трошенкова, Мурманск. В первой половине графика для 03.05. и 10.05. проставлены вспышки X1 и X1,5.

Fig.5. Dynamics of solar activity in May 2022 according to the observations by V.E. Troshenkov, Murmansk. In the first half of the chart for 03.05. and 10.05. flares X1 and X1.5 are affixed

Обращает на себя внимание определённая временная плотность, с которой произошли четыре X-вспышки во второй половине апреля и в первой половине мая. С другой стороны, есть что вспомнить в 24-м цикле. Во-первых, во время фазы роста 11 лет назад в 2011 г. на Солнце наблюдались три группы пятен, в которых происходило немало вспышек класса M, и была даже одна мощная вспышка класса X. Имеется в виду событие X7 от 09.08.2011. Далее, в 2014 г. в октябре наблюдалось гигантское пятно с X-вспышками меньшей балльности. И, наконец, в 2017 г. произошли вспышки X9 и X8. Что касается 25-го цикла, то в нём пока явно не хватает

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 85–95.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 85–95.

события X-уровня высокой балльности. Вспышки, изображённые на графиках выше, автор объединил в таблице рентгеновских вспышек (см. табл. 1).

Таблица 1. Параметры X-вспышек фазы роста 25-го цикла (март–май 2022 г.) (https://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

Table 1. Parameters of X-flares in the growth phase of 25 cycle (March–May 2022) (https://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

№ п/п.	Дата	Начало	Класс вспышки	Гелиокоординаты	Группа пятен
1	30.03.2022	17:21:00	X1,3	N13W31	AR2977
2	20.04.2022	03:41:00	X2,2	S34W86 W-лимб	AR2992
3	30.04.2022	13:37:00	X1,1	N16W88 W-лимб	AR2994
4	03.05.2022	13:31:00	X1,1	S30E88 E-лимб	-----
5	10.05.2022	13:50:00	X1,5	S29W04 центр!	AR3006

Из пяти вспышек класса X 2022 года (см. как пример рис. 6), представленных выше в таблице 1, две вспышки–X2,2 и X1,5 – рекуррентные (повторные), то есть произошли от одной активной области (см. как пример рис. 7) и имеют общие гелиокоординаты. Такие события сопровождаются большим количеством вспышек класса C и определённо ограниченным числом событий класса M. Все вместе они являются источниками выбросов корональной плазмы (СМЕ) и высокоскоростных потоков солнечной плазмы, а также гало и магнитных облаков, что в свою очередь вызывает своё воздействие на магнитосферу Земли и магнитосферы других планет, и потому является предметом изучения таких наук, как геофизика, физика Солнца, гелиобиология.

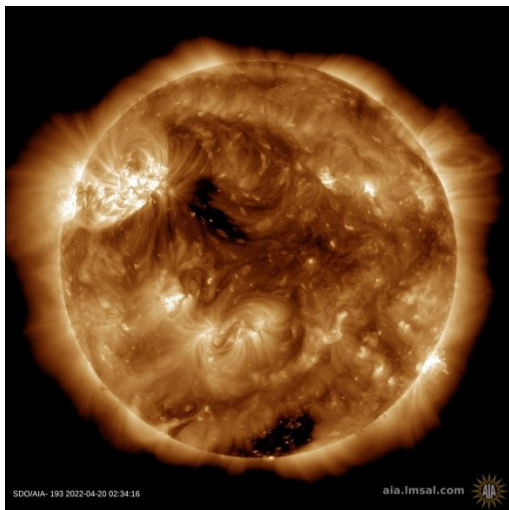


Рис. 6. Вспышка X2 20.04.2022. Север вверху, восток слева. Снимок сделан в 02:43 UT Solar Dynamic Observatory (SDO) в диапазоне 193 нм. [<http://aia.lmsal.com>]

Fig. 6. FLASH X2 04/20/2022. North is top, east is to the left. The image was taken at 02:43 UT by the Solar Dynamic Observatory (SDO) in 193 nm. [<http://aia.lmsal.com>]

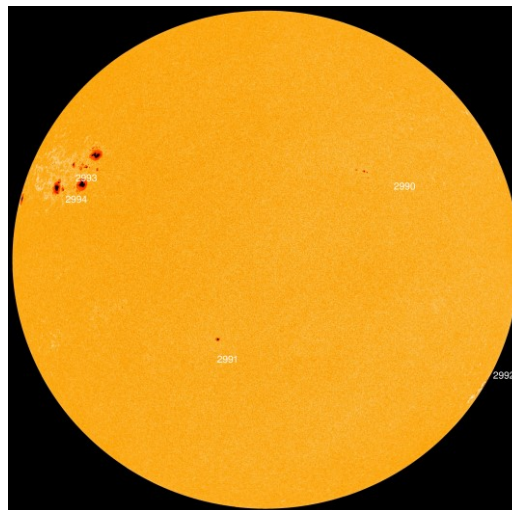


Рис. 7. Солнце в белом свете 19.04.2022. Север вверху, восток слева. Источник вспышки X2 – едва заметная группа пятен AR2992 в юго-западном секторе (внизу справа). [<http://spaceweather.com/>]

Fig. 7. SUN in white light 04/19/2022. North is top, east is to the left. The source of the X2 flare is a barely visible group of sunspots AR2992 in the southwestern sector (lower right). [<http://spaceweather.com/>]

Таблица 2. Данные Чисел Вольфа (наблюдения и прогноз). [<http://www.sidc.oma.be/>, <https://services.swpc.noaa.gov/>]
Table 2. The Wolf number (observations and forecast). [<http://www.sidc.oma.be/>, <https://services.swpc.noaa.gov/>]

Месяцы	2011 W	2022 W	2022 прогноз W
1	19	54	54
2	29	59	58
3	56	78	59
4	54	67	61
5	41	73	63
6	37		

Что касается июня, то о нём уже заранее можно сказать, что в Заполярье он отличается непредсказуемым астроклиматом. Может как раз под летнее солнцестояние выпасть снег, или встать на целую декаду какой-нибудь малоподвижный циклон, чтобы закрыть от глаз наблюдателя самый максимум месяца на Солнце! В итоге – у коллег Числа Вольфа за июнь выходят почти в два раза больше.

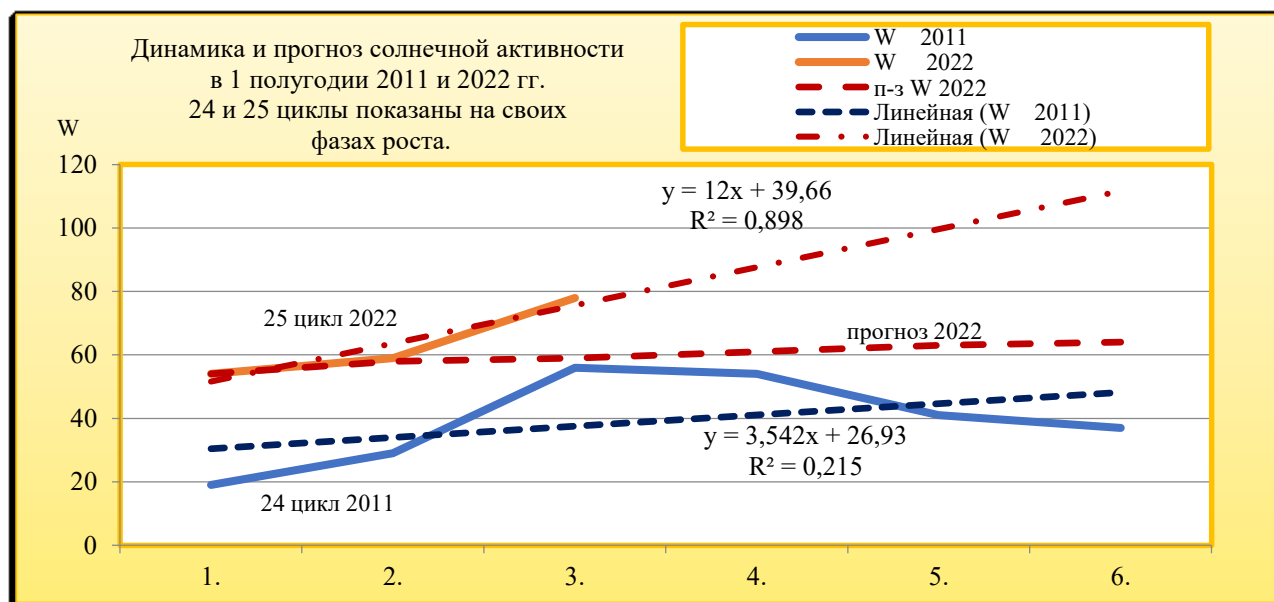


Рис. 8. Динамика и прогноз солнечной активности в 1 полугодии 2011 и 2022 гг. 24-й и 25-й циклы показаны на своих фазах роста

Fig. 8. Dynamics and forecast of solar activity in the 1st half of 2011 and 2022. Cycles 24 and 25 are shown in their growth phases

Остальные летние месяцы – июль и август 2022 – показали относительно неплохую динамику. Солнце продуцировало большое количество С- и, что немаловажно, М-вспышек. Особенно много их было от области AR3088 в третьей декаде августа. По правде говоря, многие наблюдатели ждали от этой области вспышку класса X при пересечении западного лимба, памятуя с одной стороны о вспышке X7 09 августа 2011 г. (почти 1 цикл назад!); с другой стороны, все параметры группы AR3088 доказывали, что “иксовое” событие должно состояться. Наблюдатели подчёркивали, что определяющим параметром активности этой группы было “перпендикулярное” по отношению к экватору Солнца магнитное поле, что является редкостью среди солнечных групп пятен.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 85–95.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 85–95.

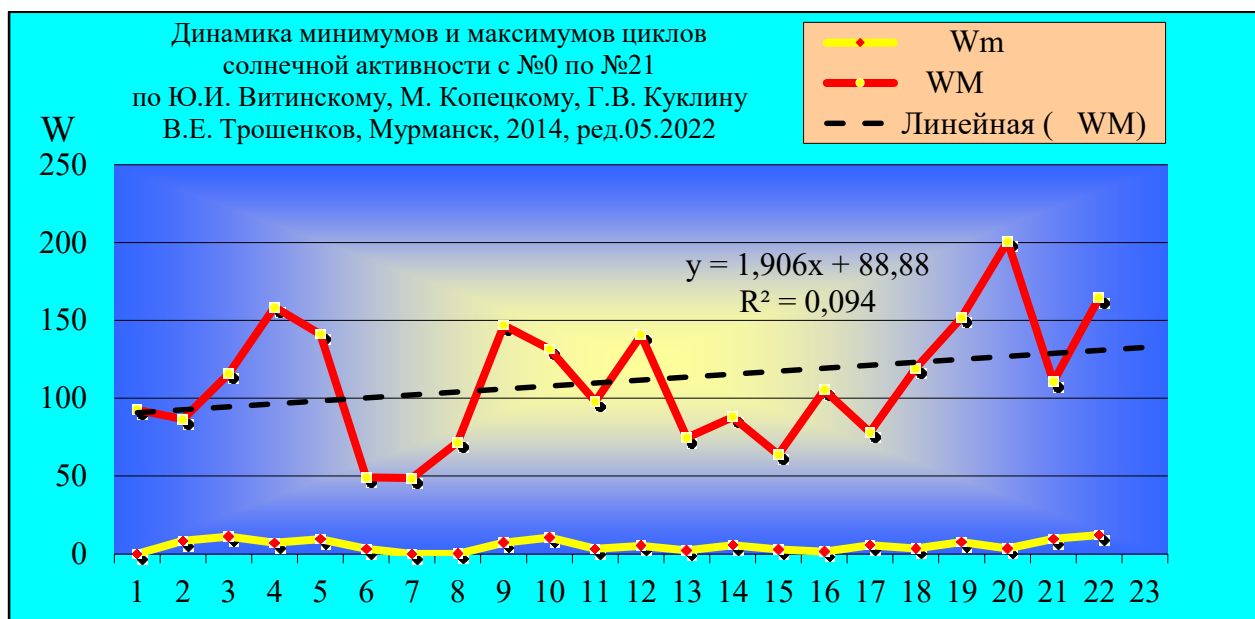


Рис. 9. Динамика минимумов и максимумов циклов солнечной активности [Витинский и др., 1986]. Минимумы в вековых солнечных циклах дают несколько минимальных 11-летних циклов
Fig. 9. Dynamics of minima and maxima of solar activity cycles [Vitinsky et al., 1986]. Minimums in secular solar cycles give several minimum 11-year cycles

Таблица 3. Минимумы и Максимумы Чисел Вольфа с 1-го по 22-й циклы солнечной активности (к вышеприведённому графику)
Table 3. Minimums and Maximums of Wolf Numbers from 1 to 22 cycles of solar activity (to the above graph)

№ цикла	Wm	WM	№ цикла	Wm	WM
1		92,6	12	5,2	140,5
2	8,4	86,5	13	2,2	74,6
3	11,2	115,8	14	5,6	87,9
4	7,2	158,5	15	2,8	63,8
5	9,5	141,2	16	1,5	105,4
6	3,2	49,2	17	5,6	78,1
7	0	48,7	18	3,4	119,2
8	0,1	71,7	19	7,7	151,8
9	7,3	146,9	20	3,4	200,8
10	10,5	131,6	21	9,6	110,6
11	3,2	97,9	22	12,2	164,5

Показания, приведённые авторами графика (см. рис. 9) на основании данных таблицы (особенно по максимумам 19 и 20 циклов), выглядят дискуссионными, поскольку другие авторы, например, Л. В. Константиновская (см. «Солнечная активность») приводит по поводу максимумов двух этих циклов иные данные. Об этом же пишут и в нескольких номерах «Солнечных данных» – научном издании, выпускавшемся ранее Пулковской обсерваторией. Ещё в 1993 году автор доклада, побывав в солнечном отделе Обсерватории и сделал необходимые выписки и распечатки по динамике солнечной активности в течение каждого из циклов – то, что в своё время было опубликовано в «Солнечных данных».

Несколько слов по поводу таблицы 3. В ней отсутствуют данные по 23-му и 24-му циклам, но судя по нумерации циклов, представлен период практически за 200 лет, или 2 вековых цикла. На рис. 9. представлена динамика минимумов и максимумов циклов

солнечной активности с №0 по №21” (в таблице добавлен 22-й цикл). Из табл. 3 и рис. 9. видно, что циклы №7, 8, 15, 16 и не обозначенный здесь минимум цикла №24 были одними из самых низких, а минимум цикла №7 можно назвать малым оледенением, впрочем, он так часто и называется в научной литературе. Однако, мы живём в космическую эпоху и часто оперируем солнечными данными, доставленными орбитальными обсерваториями, вращающимися вокруг Земли, либо вокруг других планет, или даже вокруг Солнца (проект STEREO-1 и STEREO-2). Поэтому автор позволит себе здесь привести данные о числах Вольфа за несколько последних месяцев 2022 г., полученные из Брюссельской солнечной обсерватории, где, как известно, находится один из мировых центров солнечных данных (табл. 4)

Таблица 4.

	24 цикл	25 цикл
Месяц	2011 W	2022 W
Март	56,2	78,4
Апрель	54,4	84,0
Май	41,6	96,5
Июнь	37,0	70,6
Июль	43,9	91,4
Август	50,6	75,4
среднее W	47,3	82,7

В табл. 4 использованы данные по Числам Вольфа, опубликованные в ежемесячных бюллетенях Брюссельской солнечной обсерватории в 2011 и 2022 гг. (см. <http://sidc.oma.be/silso>). Автор считает, что данные табл. 4 не нуждаются в графике и тренде – убедительная сила 25-го цикла видна невооружённым глазом!

Вывод

Сравнение 24-го и 25-го циклов на фазах роста в точке перехода между двумя вековыми циклами даёт восходящий тренд для индекса W на последующих 11-летних циклах. Аналогичная ситуация была между 7-м и 8-м циклами в начале XIX века, в 14-м, 15-м и 16-м циклах в начале XX века, с большой долей вероятности повторится в начале XXII века. Однако, автор считает, что точка перехода может менять своё место на больших промежутках времени. Знание того, где произойдёт минимум во время векового цикла, имеет не только философское, но и прикладное значение, особенно если учитывать весь негативный опыт, который накопило человечество за период 14-16 солнечных циклов, 24-й солнечный цикл и уже начавшийся 25-й. Впрочем, ещё большее значение имеет знание о Максимуме векового цикла (в XX веке роль Максимума выпала на 19-й 11-летний цикл), однако, рассмотрение данной задачи в этом докладе автором не ставилось.

Список источников

<http://spaceweather.com/>

<http://www.swpc.noaa.gov>

<https://www.sidc.be/>

<https://www.sidc.be/silso/>

<http://www.sidc.oma.be/>

<http://aia.lmsal.com>

<https://services.swpc.noaa.gov/>

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 85–95.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 85–95.

Витинский Ю. И., Конецкий М., Куклин Г. В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. М.: Наука, 1986. с. 199, Табл. 18 «Основные характеристики 11-летних циклов после 1749 года»

Константиновская Л. В. Солнечная активность. [Электронный ресурс]: Ежемесячные данные по солнечной и геомагнитной активности, табл. W (числа Вольфа) (пятна на Солнце). URL: <http://www.astronom2000.info/ссылки/>

References

<http://spaceweather.com/>

<http://www.swpc.noaa.gov>

<https://www.sidc.be/>

<https://www.sidc.be/silso/>

<http://www.sidc.oma.be/>

<http://aia.lmsal.com>

<https://services.swpc.noaa.gov/>

Vitinskij Ju. I., Kopeckij M., Kuklin G. V. Statistika pjatnoobrazovatel'noj dejatel'nosti Solnca [Statistics of sunspot activity]. M.: Nauka, 1986. p. 199, Tabl. 18 “Osnovnye harakteristiki 11-letnih ciklov posle 1749 goda” [Main characteristics of 11-year cycles after 1749].

Konstantinovskaja L. V. Solnechnaja aktivnost': Ezhemesjachnye dannye po solnechnoj i geomagnitnoj aktivnosti [], tabl. W (chisla Vol'fa). Available at: <http://www.astronom2000.info/ссылки/>

7 февраля 2022 г. мировая научная общественность отмечала 125-летие со Дня рождения известного советского учёного Александра Леонидовича Чижевского (1897–1964). С его именем связано открытие новых направлений в науке – гелиобиологии, историометрии и аэроионификации. Александр Леонидович Чижевский создавал не только научные труды, но и картины, стихи, а также изобретал новые научные приборы...

Посвящается 125-летию со Дня рождения
Александра Леонидовича Чижевского (1897 -1964)

СОЛНЕЧНОЕ ЭХО

Был в двадцатом веке свой Да Винчи.
К Солнцу проложил путь необычный.
Он писал картины, был поэтом,
Изобрёл леченья новый метод¹,
Солнечно-земной открыл закон –
Эхо вспышек постигал умом!

Фактор ключевых событий вскрылся.
Взволновал всех, кто над тайной бился.
Как?! Слепая солнечная сила
Через нас Историю творила?
Чем здоровью нашему грозит
Раскалённый донельзя Магнит?
Как в мозгах у творческих людей
Возникают множества идей?
В книгах всем Чижевский показал,
Чтоб от Солнца шуток мир не ждал:
Если оно в Максимум стремится,
Что-то здесь серьёзное случится.

¹ «леченья новый метод» – речь идёт о методе аэроионификации, в котором используются искусственно получаемые отрицательные аэроионы; А. Л. Чижевским для получения этих ионов был создан специальный прибор

Солнце – переменная звезда.
И Земля его дочь навсегда.
Если нет у Солнца “настроения”,
Снова войны, чаще преступления.
Достигает творчество расцвета.
Все стихии гонят мир со света.

Но любовь их приступом берёт.
Смертность на Земле, увы, растёт.
Вновь подстерегают мир болезни.
Их масштаб проходит страшной бездной.
Вся наука им даёт отпор.
И Чижевским созданный прибор².

А у Солнца рост по “настроению”!
Пятен нет совсем. Вот превращение!
С каждым годом диск его милей.
На Земле спокойней всё, ровней...
Вот спасибо в небе тебе, Солнце!
“Отпуск” твой и нам “перевернётся”!

Памятник Чижевскому в Калуге
За его научные заслуги
И труды в искусстве. Будешь здесь,
Стих прочти, потомок! Отдай честь!
Пусть пройдут года, ещё года,
Чтоб с Чижевским Солнцу быть всегда!

Чтоб границы знания раздвинул
Кто-то со Звездой своей любимой.
“Солнечников” стройные ряды
Выросли, чтоб изучать следы
Солнечной активности, и тут
Солнечно-земной есть институт³.

В нём известный гелиобиолог –
Свой “Чижевский”. Как земной мир тонок!
Ведь атаки солнечных лучей
Запросто сведут с ума людей.
Действовать мир будет адекватно,
Коль предупреждать вновь многократно.

Был в двадцатом веке свой Да Винчи.
К Солнцу проложил путь необычный.
Он писал картины, был поэтом,
Изобрёл леченья новый метод.
Стал для Вас Чижевский, как Учитель?
Путь к нему в Калугу совершите!

2012 (ред.2021)

² «Чижевским созданный прибор» – аэроионизатор – прибор для получения отрицательно заряженных аэроионов

³ «Для того есть целый институт» – речь идёт об Институте Солнечно-Земной Физики (ИСЗФ) Сибирского Отделения Наук РАН в Иркутске.

СТРАСТИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ СОЛНЦА

Опять сплошное невезение:

Едва пришёл на наблюдение,
Как Солнце – то, что так сияло,
Крючком-лучом меня вновь звало, -
Нырнуло сразу в облака,
Чтобы пропасть наверняка.
И лишь мигнуло мне: “Пока!”

О, сколько раз такое было!
Не в настроении Светило,
И телескопа зоркий взгляд
Некстати, коль на Солнце спад⁴.
Но за потерянным пятном
Ты в облаке найдёшь ином
Весь перламутровый⁵ геном!

Все фантастические фото!
Коль фаза роста⁶ или взлёта,
Одарит Солнце в наблюдениях
За всё терпенье и умение.
Бывает, сразу не везёт.
Ты собирайся вновь в поход.
Светило хитро подмигнёт,

И длинный совершит полёт
В свой звёздный Минимум⁷ нулей.
В них нет больших для нас друзей.
Пусть фронт их строим вновь уйдёт.
Будь Солнца лик могуч и цел!
Ты цикл новый в нём хотел?
Бери Светило под прицел!

2012 (ред.2021)

О полном солнечном затмении 4 декабря 2021

ВЕЛИКОЕ УЕДИНЕНИЕ

Затмение! И надо же решиться
От миллионов глаз уединиться
В широтах, где сплошь Белый Континент!

Луна и Солнце ловят свой Момент
И оставляют на Земле свой След.
Но кто там наблюдает? Там же холод!

Но это для полярников не довод!
Затменье Солнца – то отличный повод
Пополнить вновь научный свой багаж!

А вот пингвинам чудо как подашь?
У них же ведь совсем другая блажь:
Им нужно накопить запасы жира!

Так, не коснувшись остального мира,
Задев Австралию, уйдёт картина.
Спеши, турист, увидеть царский вид!

И только время чудо повторит,
А, может быть, опять уединит
Луну и Солнце с Белым Континентом...

2021

Статья поступила в редакцию 03.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.
The article was submitted 03.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

^{4, 6, 7} «спад», «фаза роста» или «взлёта», «Минимум» – основные фазы 11-летнего цикла солнечной активности; кроме того, имеется главная фаза – Максимум активности

⁵ «перламутровый геном» – здесь речь идёт о т.н. перламутровых облаках, встречающихся обычно с ноября по январь, как правило, большинства северных стран; облака имеют очень тонкую структуру, которая на закате Солнца начинает играть радужными красками; отмечено, что всплески солнечной активности влияют на частоту появления этих облаков

Е. Д. Малашевский, Д. И. Визняк, О. Е. Гончаров, Ю. В. Аллоярова

ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия

alloyarovayuv@mstu.edu.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА РЫБНЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ОБОСНОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ИЗДЕЛИЯ

Аннотация

Результатом исследований явилось расширение ассортимента рыбной продукции массового потребления категории рыбные замороженные полуфабрикаты с улучшенными потребительскими свойствами и его создание для реализации на российском рынке.

Ключевые слова:

рыбные замороженные полуфабрикаты, маркетинговые исследования, семга.

E. D. Malashevskiy, D. I. Viznyack, O. E. Gonharov, Yu. V. Alloyarova

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Murmansk State Technical University», Murmansk, Russia

alloyarovayuv@mstu.edu.ru

RESEARCH INTO CUSTOMER PREFERENCES AND THE REGIONAL MARKET OF FROZEN FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS WITH THE RATIONALE FOR THE NEW PRODUCT TECHNOLOGY

Abstract

The result of the research was the expansion of the range of fish products for mass consumption of the category of frozen fish semi-finished products with improved consumer properties and its creation for sale on the Russian market.

Keywords:

fish frozen semi-finished products, marketing research, salmon.

В настоящее время отечественная рыбная промышленность вырабатывает широкий ассортимент рыбной продукции, отдельный сегмент которой представляют кулинарные рыбные полуфабрикаты. В соответствии с ГОСТ Р 50380 [ГОСТ Р 50380 ..., 2018] кулинарный полуфабрикатом из рыбы называется продукция, полученная из рыбы или их сочетание с другими ингредиентами, прошедшая одну или несколько стадий кулинарной обработки без доведения до готовности. К ингредиентам могут относиться овощи, крупы, масла и т.д.

При постоянно нарастающем темпе жизни и отсутствии у людей времени на приготовление пищи важно, чтобы полуфабрикаты были максимально подготовлены к кулинарной обработке. Учитывая ориентированность потребителя на натуральное здоровое питание, можно ожидать, что потребность в замороженных полуфабрикатах из рыбы будет существенно увеличиваться.

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года [Стратегия повышения ..., 2016] значимым направлением является продвижение принципов здорового питания и разработка инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов пищевой продукции.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 96–100.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 96–100.

«Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г.» [Стратегия развития ..., 2017] определяется комплексный проект «Лососеводство» по развитию товарной аквакультуры лососевых видов рыб. За последние 7 лет объем производства лососевых вырос почти в три раза – до 116 тыс. тонн в 2020 г. По итогам первого полугодия 2021 г. российское производство лососевых в аквакультуре выросло на 57 % [По итогам ..., 2021].

Потребительский спрос (в связи с резким сокращением импортных поставок и снижением покупательной способности) и обеспечение импортозамещения на внутреннем рынке являются ключевыми возможностями для отечественной продукции из лососевых видов рыб, что обуславливает актуальность проекта развития товарной аквакультуры лососевых видов рыб по технологиям аквакультуры. Данное исследование показывает необходимость развивать технологии пищевых продуктов, выработанных из лососевых рыб.

Таким образом, целью исследования является расширение ассортимента рыбной продукции массового потребления категории рыбные замороженные полуфабрикаты с улучшенными потребительскими свойствами и их создание для реализации на российском рынке. Задачи исследования: обоснование ассортимента продукции по результатам анкетирования потребителей и исследования ассортимента аналогичной продукции, представленной на розничном рынке г. Мурманска; разработка и оптимизация рецептуры рыбного замороженного полуфабриката, а также выбор технологической схемы его изготовления.

Атлантический лосось богат полиненасыщенными жирными кислотами, высоким содержанием белка, микро- и макроэлементов. Его мясо легко усваивается организмом и является прекрасным источником белка. Лосось также содержит большое количество фосфора, йода, кальция, калия, натрия, магния, цинка, фтора. Авокадо содержит магний, калий, витамин К, витамин Е, фолиевую кислоту, рибофлавин, ниацин, тиамин, пантотеновую кислоту, биотин. Рандомизированные исследования показывают, что употребление авокадо способствует снижению общего уровня холестерина. Кабачок богат витаминами В1, В2, РР (ниацин), но особенно много в нём витамина С. С учетом вышеизложенного выбор семги, авокадо и кабачка в качестве сырья для производства рыбных замороженных полуфабрикатов обоснован.

Для пролонгирования сроков годности новых рыбных замороженных полуфабрикатов, при сохранении ее безусловной безопасности и отказе от применения химических консервантов, нами было предложено применять шоковую заморозку.

При реализации задач проекта использован широкий спектр современных методов исследования: маркетинговые исследования, органолептические методы исследования, математическая обработка данных (метод нечеткой логики в программном пакете MATLAB).

Для решения одной из поставленных задач нами были проведены маркетинговые исследования. В ходе интервью среди респондентов большая часть составляли женщины, возраст большинства опрошенных составлял свыше 55 лет с доходом ниже среднего.

Проведенными исследованиями установлен имеющийся высокий потребительский спрос на рыбные замороженные полуфабрикаты. Доля респондентов, покупающих указанные изделия часто, достаточно велика и составляет 40 % от общего числа опрошенных, а с учетом респондентов, приобретающих изделия 1 раз в месяц (40 % от общего числа опрошенных), суммарно составляет 70 % потребительской аудитории.

Предпочтения при покупке быстрозамороженного полуфабриката респонденты отдают котлетам, пельменям, палочкам, паэлье, поке (рис.1). Большинство респондентов считают оптимальной массу одного рыбного замороженного полуфабриката 500 г.

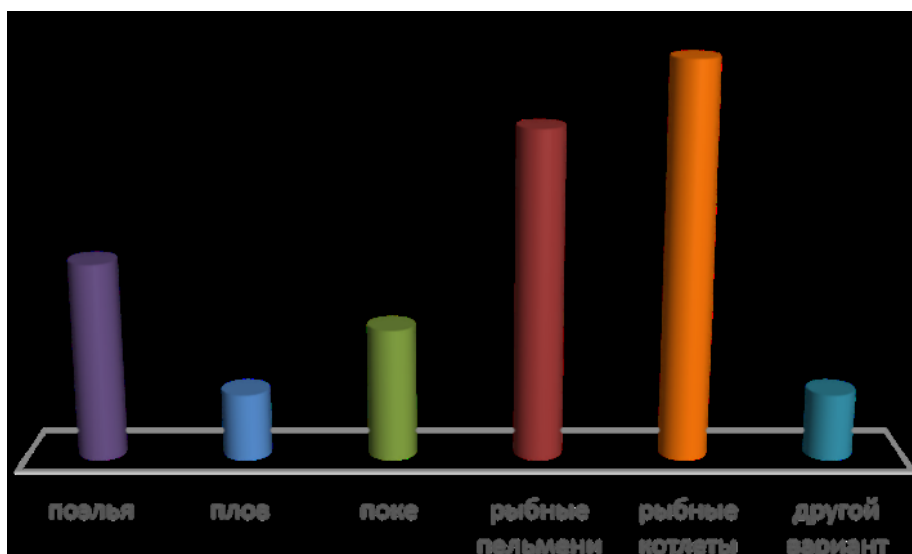


Рис. 1. Ассортимент рыбной кулинарной продукции

Fig. 1. Assortment of fish culinary products

По результатам исследований и обсуждений пришли к выводу, что недостатками рыбной кулинарной продукции полностью готовой к употреблению можно считать низкое качество продукта и неоправданно высокую цену. Решающими же факторами при покупке рыбной кулинарной продукции являются качество, цена, удобство и быстрота приготовления (рис. 2, 3).

На основе анализа потребительских предпочтений, установленных по результатам маркетинговых исследований, а также с учетом базовых рецептур рыбных замороженных полуфабрикатов были разработаны новые многокомпонентные рецептуры.

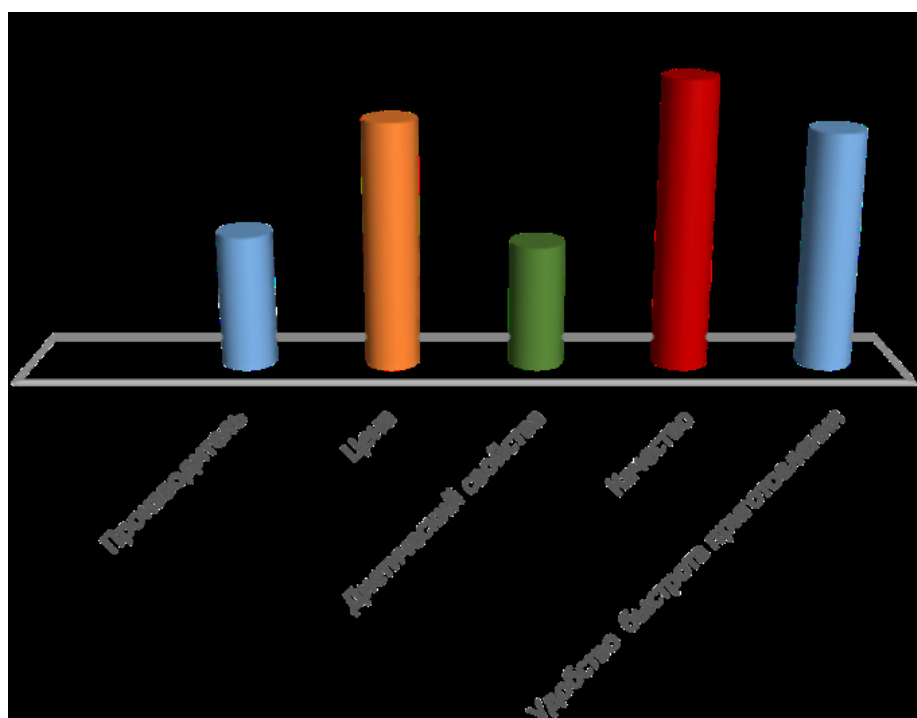


Рис. 2. Факторы, являющиеся решающими при покупке рыбной кулинарной продукции

Fig. 2. Factors that are decisive when buying fish culinary products

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 96–100.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 96–100.

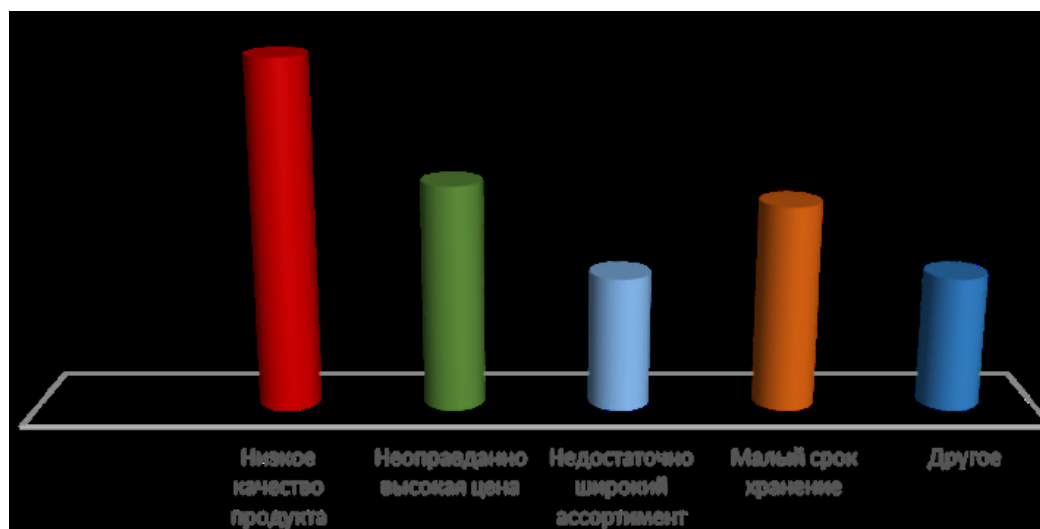


Рис. 3. Недостатки, имеющие существенное значение для потребителей
Fig. 3. Disadvantages that are significant to consumers

Проектирование осуществляли с использованием блока Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB. Оптимизацию проектируемой рецептуры проводили по критерию достижения готовой продукцией улучшенных потребительских свойств, в частности максимально возможной органолептической оценки. Построение системы проводилось на основе экспериментальных данных и сенсорного анализа изготовленных опытных образцов продукции. Органолептическая оценка готовой продукции играет значимую роль в создании рыбных замороженных полуфабрикатов, являясь наиболее значимой для потребителя характеристикой.

Результаты автоматизированного проектирования и оптимизации рецептуры «Поке боул с красной рыбой, кабачком и авокадо» представлены на рисунке 4. Оптимальное содержание рыбы составило 30 % от общей массы одной порции, а кабачка – 20 %.

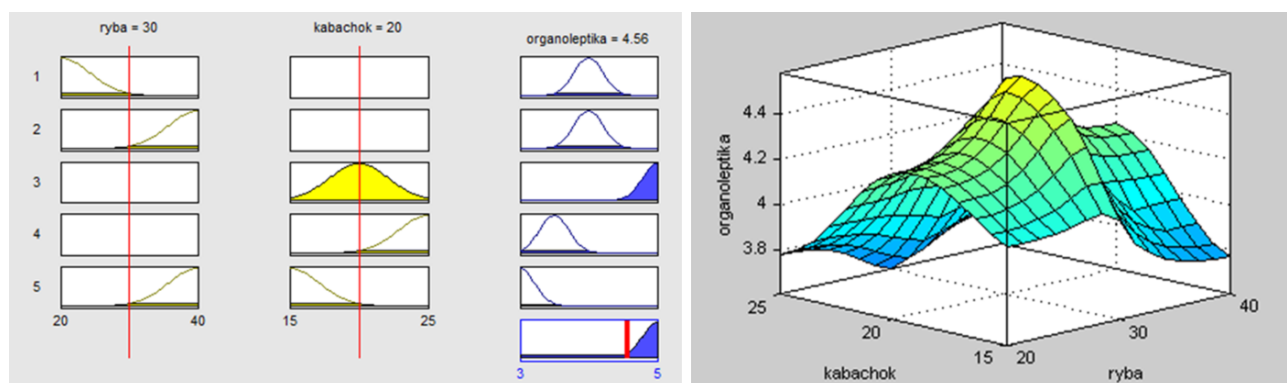


Рис. 4. Визуализация нечеткого вывода при автоматизированном проектировании оптимального содержания рыбы и кабачка в технологии «Поке боул с красной рыбой, кабачком и авокадо»
Fig. 4. Visualization of fuzzy inference during automated design of the optimal content of fish and zucchini in the technology «Poke bowl with red fish, zucchini and avocado»

Таким образом, при помощи нечеткого математического моделирования были определены оптимальные значения выбранных основных факторов, влияющих на органолептическую оценку готовой продукции. В результате была смоделирована зависимость органолептической оценки нового продукта от соотношения рецептурных

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 96–100.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 96–100.

компонентов. На основе результатов исследований и обсуждений была предложена оптимальная рецептура рыбного замороженного полуфабриката «Поке-боул с красной рыбой, кабачком и авокадо».

На основании проведенных работ можно сделать следующие выводы: по результатам маркетингового исследования обоснован ассортимент рыбных замороженных полуфабрикатов массового спроса с улучшенными потребительскими свойствами; предложена технология изготовления рыбного замороженного полуфабриката пролонгированного срока годности (120 суток за счет шоковой заморозки до температуры не выше минус 18 °С в центре) – «Поке-боул с красной рыбой, кабачком и авокадо»; разработана и оптимизирована рецептура с применением современных математических методов моделирования; по результатам исследований расширен ассортимент рыбной продукции массового потребления с улучшенными потребительскими свойствами.

Список источников

ГОСТ Р 50380–2005. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Термины и определения: взамен ГОСТ Р 50380-92 : дата введения 2007-01-01 / разработан ФГУП ВНИРО [и др.]. Москва : Стандартинформ, 2018. 8 с.

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. 2016. URL: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtBOpqmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf> (дата обращения: 17.09.2022).

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. 2017. URL: [https:// http://static.government.ru/media/files/hgCKyG0XzZeAiRsLTtMgVIJh5vQLsMpg.pdf](https://http://static.government.ru/media/files/hgCKyG0XzZeAiRsLTtMgVIJh5vQLsMpg.pdf) (дата обращения: 17.09.2022).

Успехи лососеводства: производство семги в России выросло в 4,8 раз–до 14,3 тыс. тонн // Федеральное агентство по рыболовству. URL: <https://fish.gov.ru/news/2021/08/06/uspehi-lososevodstva-proizvodstvo-semgi-v-rossii-vyroslo-v-48-raz-do-143-tys-tonn/#:~:text=По%20итогах%20первого%20полугодия%202021,-%20до%2014%2C3%20тыс.%20тонн> (дата обращения: 17.09.2022).

References

GOST R 50380–2005. Ryba, nerybnye ob'ekty i produkcija iz nih. Terminy i opredelenija [GOST R 50380–2005. Fish, non-fish objects and products from them. Terms and definitions]. Moscow : Standartinform, 2018. 8 p. (In Russ.).

Strategija povyshenija kachestva pishhevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 g. [Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030]. 2016. (In Russ.). Available at: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtBOpqmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf> (accessed 17.09.2022).

Strategija razvitija rybohozajstvennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. [Strategy for the development of the fisheries industry of the Russian Federation for the period up to 2030]. 2017. (In Russ.). Available at: [https:// http://static.government.ru/media/files/hgCKyG0XzZeAiRsLTtMgVIJh5vQLsMpg.pdf](https://http://static.government.ru/media/files/hgCKyG0XzZeAiRsLTtMgVIJh5vQLsMpg.pdf) (accessed 17.09.2022).

Uspehi lososevodstva: proizvodstvo semgi v Rossii vyroslo v 4,8 raz – do 14,3 tys. tonn [Successes in salmon breeding: salmon production in Russia increased 4.8 times to 14.3 thousand tons]. Federal'noe agentstvo po rybolovstvu [Federal Agency for Fisheries]. (In Russ.). Available at: <https://fish.gov.ru/news/2021/08/06/uspehi-lososevodstva-proizvodstvo-semgi-v-rossii-vyroslo-v-48-raz-do-143-tys-tonn/#:~:text=По%20итогах%20первого%20полугодия%202021,-%20до%2014%2C3%20тыс.%20тонн> (accessed 17.09.2022).

Статья поступила в редакцию 18.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 18.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 101–107.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 101–107.

DOI: 10.37614/978.5.91137.487.7.017

УДК 628.32

М. О. Васильева, Г. Т. Амбросова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия
maiainjener@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ П. ЧОКУРДАХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Аннотация

Поселок Чокурдах является центром Аллаиховского улуса Республики Саха (Якутия) занимает площадь 15,41 км², в котором проживают 2500 человек. В настоящей статье рассматривается состояние системы водоотведения п. Чокурдах. Функционирующие очистные сооружения канализации поселка находятся в аварийном состоянии и не могут обеспечить требуемую степень очистки сточных вод. В 2021 г. разработан проект нового комплекса по очистке сточных вод. К сожалению, после детального изучения проектной документации был выявлен целый ряд проектных недоработок, которые также не позволят обеспечить требуемую степень очистки сточных вод. Разработаны и выданы заказчику рекомендации по устранению проектных недоработок.

Ключевые слова:

сточная жидкость, компактная установка, очистка стоков, показатели стоков, вечная мерзлота.

M. O. Vasilyeva, G. T. Ambrosova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia
maiainjener@gmail.com

STUDY OF THE SEWERAGE SCHEME OF THE VILLAGE CHOKURDAKH IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Abstract

In some settlements of the Republic of Sakha (Yakutia) there is an unsanitary condition caused by pollution of the air basin with carcinogenic gases that are released from the surface of the waste liquid discharged onto the terrain. This article discusses the state of the sewerage system in the village of Chokurdakh. The functioning sewage treatment facilities of the village are in an emergency condition and cannot provide the required degree of wastewater treatment. In 2021, a project for a new wastewater treatment complex was developed. Unfortunately, after a detailed study of the project documentation, a number of design flaws were identified, which also will not allow to provide the required degree of wastewater treatment. Developed and issued to the customer recommendations for the elimination of design flaws.

Key words:

sewage liquid, package unit, wastewater treatment, wastewater indicators, permafrost.

Введение

В ближайшие 10-15 лет, согласно решению Министерства ЖКХ Республики Саха (Якутия), намечается строительство десяти комплексов по очистке сточных вод. Для улучшения их санитарного состояния [СП 32.13330.2018, 2019], которое нарушается загрязнением воздушного бассейна неприятно пахнущими канцерогенными газами (сероводород, аммиак, индол, меркаптан).

Постановка задачи

В настоящей статье рассматривается состояние системы водоотведения п. Чокурдах Аллаиховского района [Воронов, 2006; Амбросова, 2021]. Аллаиховский район расположен на северо-востоке республики Саха (Якутия) за полярным кругом по обе стороны реки

Индиگیرка в ее нижнем течении. Большую часть района занимает Яно-Индиگیرская и Колымская низменности. Грунты многолетнемерзлые, глубина сезонного оттаивания грунта составляет 1 м. Поселок Чокурдах является административным хозяйственным и культурным центром района, расположен на левом берегу р. Индиگیرки. Генеральный план поселка Чокурдах представлен на рис. 1.



Рис. 1. Генеральный план поселка Чокурдах
Fig. 1. Plan of site of the village of Chokurdakh

Застройка населенного пункта 2-х этажные благоустроенные жилые здания с центральным водоснабжением и канализацией. Стоки поселка сбрасываются в канализационную сеть протяженностью 3512 м, в том числе напорные сети – 1000 м. Часть жилых зданий пользуется выгребными ямами. На сегодня фактическое количество стоков 600 м³/сут.

В населенном пункте имеются функционирующие очистные сооружения канализации (ОСК) производительностью 600м³/сут (рис. 2). Сюда же завозятся ассенизационными машинами стоки из выгребных ям. Качественная характеристика стоков, поступающих на очистку приведена в таблице 1.



Рис. 2. Функционирующие очистные сооружения канализации поселка Чокурдах
Fig.2. Functioning sewage treatment constructions in Chokurdakh village

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 101–107.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 101–107.

Таблица 1. Показатели поступающей сточной жидкости

Table 1. Indicators of the flowing sewage liquors

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерения
1	Водородный показатель pH	-	7,34
2	Взвешенные вещества	мг/дм ³	56,0
3	Окисляемость бихроматная (ХПК)	мгО/дм ³	131,0
4	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	59,0
5	Ион аммония (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³	16,0
6	Общий фосфор	мг/дм ³	3,43
7	Фосфат ион	мг/дм ³	2,72
8	Хлорид ион	мг/дм ³	22,0
9	Сульфат-ион	мг/дм ³	18,0
10	Сероводород	мг/дм ³	5,64
11	Жиры	мг/дм ³	7,87
12	АПАВ	мг/дм ³	0,84

Как видно из таблицы, сточная жидкость, поступающая на ОСК, относится к слабо концентрированным. Так, например, взвешенные вещества и БПК₅ составляют соответственно 56 мг/дм³ и 59 мг/дм³, что в 2–4 раза ниже среднестатистических данных. Это объясняется неправильным отбором проб, а также отсутствием в резервуаре-усреднителе перемешивающих устройств. К сожалению, отсутствуют данные по температуре сточной жидкости, которая относится к расчетным показателям. Со слов эксплуатации средняя зимняя температура сточной жидкости находится на уровне 10°С.

Функционирующие ОСК представляют собой здание, построенное 1996 г., совмещенное с котельной. Технологическая схема функционирующих очистных сооружений канализации приведена на рис. 3. В состав очистных сооружений включены резервуар-усреднитель, решетка, песколовка, первичный отстойник, биореактор с загрузкой из химического волокна типа «ерш», биореактор без носителей прикрепленных микроорганизмов, вторичный отстойник, фильтр с зернистой загрузкой, резервуар чистой воды. Ввод обеззараживающего реагента производится в резервуар чистой воды. Сооружения для обработки осадка отсутствуют.

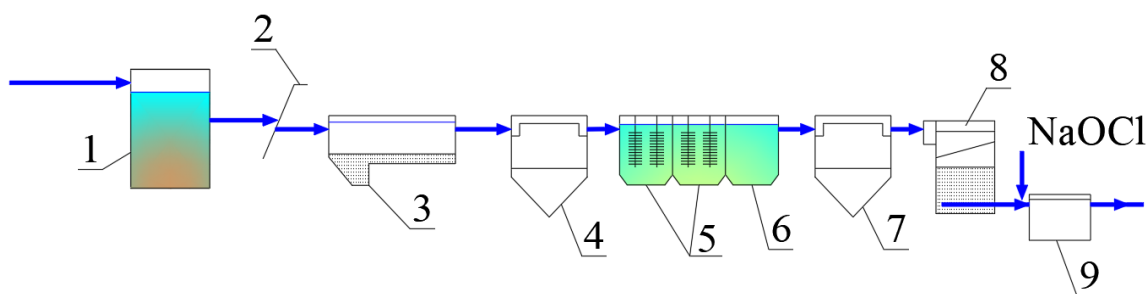


Рис. 3. Технологическая схема функционирующих очистных сооружений канализации поселка Чокурдах 1 – резервуар-усреднитель; 2 – решетка; 3 – песколовка; 4 – первичный отстойник; 5 – биореактор с загрузкой из химического волокна типа «ерш»; 6 – биореактор без носителей прикрепленных микроорганизмов; 7 – вторичный отстойник; 8 – фильтр с зернистой загрузкой; 9 – резервуар чистой воды

Fig. 3. Technological scheme of functioning sewage treatment facilities in the village of Chokurdakh 1 – tank averaging; 2 – drain grating; 3 – sand trap; 4 – primary liquid trap; 5 – bioreactor loaded with chemical fiber type "ruff"; 6 – bioreactor without carriers of attached microorganisms; 7 – secondary liquid trap; 8 – filter with granular loading; 9 – clean water tank

В настоящее время здание станции биологической очистки находится в аварийном состоянии вследствие нарушений технологических требований при строительстве, из-за суровых климатических условий произошла деформация основных несущих конструктивных элементов здания. Степень амортизации комплекса составляет примерно 60 %. Основными причинами неудовлетворительной работы ОСК являются моральный и физический износ сооружений, а также несвоевременное проведение ремонтных работ.

Сточная жидкость после ОСК сбрасывается в реку Индигирка, которая относится к водоемам высшей категории.

В 2021 г. разработаны современные очистные сооружения канализации на полную биологическую очистку с доочисткой и обеззараживанием. ОСК рассчитываются на расход сточной жидкости 800 м³/сут со следующими показателями (таблица 2).

В состав проектируемых очистных сооружений состоящей из четырех линий включены решётки, песколовки, приемно-регулирующий резервуар-денитрификатор, биореактор с биоагрузкой, контактные биофильтры, третичный отстойник, напорные фильтры для тонкой очистки стоков, установка ультрафиолетового облучения, аэробный резервуар-накопитель, шнековый обезвоживатель (дегидратор), площадка для временного хранения осадка (рис. 4.).

Таблица 2. Среднестатистические показатели сточной жидкости п. Чокурдах

Table 2. Average statistical indicators of waste liquid in Chokurdakh village

№ п/п	Показатель	Значения показателя			
		На входе в очистные сооружения	После очистных сооружений	ПДК экспертного заключения о соответствии	ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	226	3,0	3,0	3,0
2	БПК ₅ неосветленной жидкости, мг/дм ³	209	2,1	2,1	2,1
3	БПК _{полн} , мг/дм ³	250	3,0	3,0	3,0
4	ХПК, мг/дм ³	375	15,0	15,0	15,0
5	Азот общий, мг/дм ³	45	0,5	0,5	0,5
6	Азот аммонийных солей, мг/дм ³	36	0,39	0,39	0,39
7	Нитрат-ионы, мг/дм ³	-	40,0	40,0	40,0
8	Нитрит-ионы, мг/дм ³	-	0,08	0,08	0,08
9	Фосфор общий, мг/дм ³	8,7	0,33	0,33	0,33
10	Фосфор фосфатов (P-PO ₄), мг/дм ³	5,2	0,2	0,2	0,05 (по Р) – олиготрофные, 0,15 (по Р) – мезотрофные 0,2 (по Р) – эвтрофные водоемы
11	Хлорид-ион, мг/дм ³	22	300,0	300,0	300,0
12	Сульфат-ион, мг/дм ³	18	100,0	100,0	100,0
13	Водородный показатель рН	7,34	6,5÷8,5	7,1	6,5÷8,5
14	Жиры, мг/дм ³	7,87	0,2	-	0,2
15	СПАВ _{анион} , мг/дм ³	0,84	0,1	-	0,1
16	Температура	10-16	28 (летом) 8 (зимой)		28 (летом) 8 (зимой)
17	Растворенный кислород		6,0		6,0

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 101–107.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 101–107.

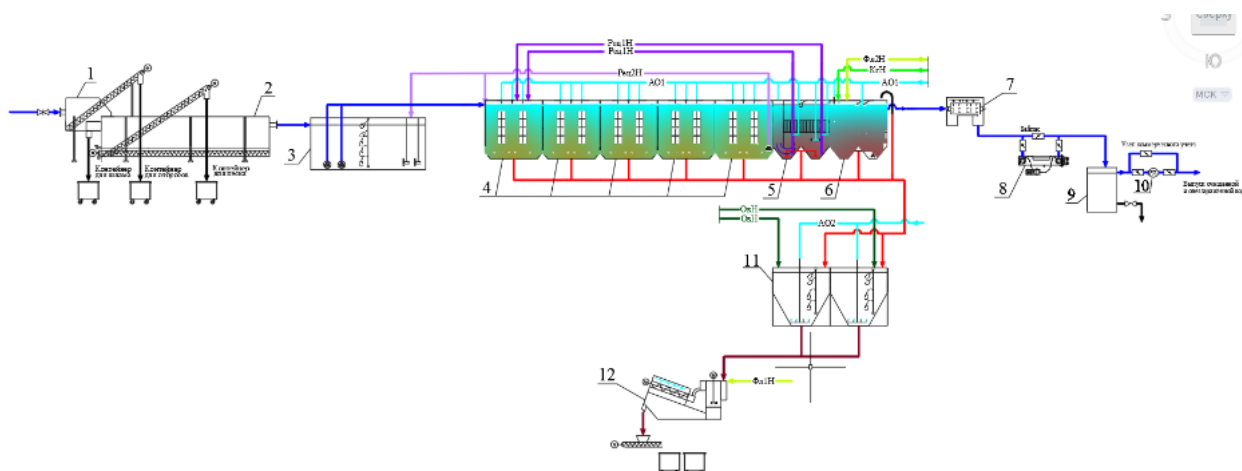


Рис. 4. Технологическая схема проектируемых очистных сооружений п.Чокурдах

1 – решетка с шнеком для удаления отходов; 2 – песколовка со шнеком для удаления песка; 3 – резервуар усреднитель совмещенный с денитрификатором; 4 – биореактор в комплекте с биоагрузкой и системой аэрации; 5 – контактный фильтр в комплекте с биоагрузкой и системой аэрации; 6 – третичный отстойник в комплекте с биоагрузкой и системой аэрации; 7 – барабанный фильтр; 8 – установка обеззараживания воды; 9 – проточная емкость накопитель; 10 – расходомер электромагнитный; 11 – резервуар накопитель уплотнитель осадка с системой аэрации; 12 – шнековая установка обезвоживания осадка (дегидратор)

Fig. 3. Technological scheme of the designed treatment facilities in the village of Chokurdakh

1 – grate with auger for waste removal; 2 – sand trap with auger to remove sand; 3 – tank equalizer combined with a denitrifier; 4 – bioreactor complete with bioload and aeration system; 5 – contact filter complete with bioload and aeration system; 6 – tertiary clarifier complete with bioload and aeration system; 7 – rotating drum water strainer; 8 – water disinfection processor; 9 – flow capacity accumulator; 10 – electromagnetic flow meter; 11 – storage tank sludge compactor with aeration system; 12 – screw processor for sludge dehydration (dehydrator)

Сточная жидкость проходит решетки с прозорами 3 мм, на которых задерживаются крупные включения, обезвоживаются и складываются в контейнер с последующим вывозом на полигон твердых бытовых отходов (ТБО).

Песок, шлак, окалина, битое стекло, мелкие частицы щебня извлекаются в аэрируемой песколовке с сепаратор-обезвоживателем песка, также работающей в автоматическом режиме. После извлечения крупных включений и минеральных частиц сточная жидкость направляется в резервуар-усреднитель, а обезвоженный минеральный осадок вывозится на полигон ТБО.

Для усреднения состава сточной жидкости предусмотрены резервуары-усреднители, которые выполняют функции денитрификатора. Перемешивание стоков в секциях регулирующего резервуара денитрификатора осуществляется погружными мешалками.

Биологическая очистка предусматривает удаление из сточной жидкости растворимых и нерастворимых органических веществ, а также удаление азота методом нитрификации-денитрификации. Для биологической очистки сточных вод проектом предусматривается двухстадийная биологическая очистка. Первая стадия – биологическая очистка в денитрификаторе, совмещенном с усреднителем. Вторая стадия – аэробная биологическая очистка в аэротенке-нитрификаторе на прикрепленном биоценозе с применением полимерной биоагрузки «ББЗ-50ТП-16» и системой аэрации. Двухступенчатый процесс позволяет осуществлять очистку сточных вод в режиме высоких нагрузок на первой ступени, до низких – на последующей второй ступени.

Биологическая доочистка и вторичное отстаивание биологически очищенных стоков осуществляется в контактных фильтрах, представляющих собой комбинированный отстойник с биофильтром, оснащенный пластмассовыми носителями для иммобилизации активной биомассы. Образующийся в результате осаждения осадок из контактных фильтров периодически откачивается автоматически в аэробный резервуар-накопитель осадка.

Из контактных фильтров сточная жидкость подается в третичный отстойник и далее на барабанные фильтры доочистки. Процесс доочистки на микрофильтрах осуществляется путем напорной фильтрации биологически очищенной сточной жидкости через непрерывно вращающийся барабанный фильтр с прозорами 30 микрон, что обеспечивает дополнительное снижение остаточных концентраций загрязнений (взвешенных веществ, ХПК, БПК, фосфатов) на 75–85 %. Для обеззараживания биологически очищенной и доочищенной сточной жидкости применяется метод ультрафиолетового облучения (УФО).

Для удаления фосфора используется реагентный метод. В качестве реагента применяется «Аква-Аурат», который подается в камеру смешения третичного отстойника. Введение коагулянта позволяет дополнительно снизить взвешенные и органические вещества, а также фосфор до нормативных значений. Приготовление рабочего раствора «Аква-Аурат30» и его дозирование производится автоматически.

Обработка осадка не предусмотрена. Неуплотненный избыточный активный ил направляется в аэробный резервуар-накопитель куда подается воздух. Из накопителя осадок направляется в шнековый дегидратор и сгущается до влажности 80 %.

Результаты работы

После детального изучения проекта очистных сооружений канализации были выявлены проектные недоработки и упущения. К основным замечаниям относятся:

- Считаю недостаточным коэффициент запаса насосов (1,1), откачивающих сточную жидкость из резервуара-усреднителя. Весной в период интенсивного таяния снега, а также летом и осенью во время выпадения дождя в канализационную сеть через имеющиеся отверстия в канализационных колодцах будут попадать поверхностные стоки. Поэтому принять коэффициент запаса равным 1,4.

- Не предусмотрен подогрев сточной жидкости в зимний период. На сегодня имеется целый ряд комплексов по очистке сточных вод, в том числе ОСК в рабочем посёлке Маслянино Новосибирской области, где несмотря на принятые новейшие технологии качество очищенных стоков не соответствуют нормативным требованиям. Связано это с чрезмерным охлаждением сточной жидкости в холодный период года. Зимой температура сточной жидкости на этом объекте снижается до 5–8 °С. А в условиях вечной мерзлоты в холодный период года ситуация будет ещё более критической, так как температура сточной жидкости в выгребных ямах может снижаться до 1–2 °С. Расчетную температуру принять равной 12–15 °С для зимнего периода и 20–25 °С для теплого периода. Предусмотреть подогрев на стадии усреднения сточной жидкости.

- На стадии биологической очистки в нитрификаторах применена биоагрузка БЗ-50ТП-16. К сожалению, в проекте ни слова не сказано о характеристиках этих носителей, их объёма к объёму денитрификатора и нитрификатора, какой слой биопленки необходимо поддерживать во время эксплуатации, какой способ регенерации принят для такой биоагрузки и какое оборудование предусмотрено для регенерации? Указать толщину слоя биопленки на носителях, предусмотреть регенерацию носителей воздухом, исключить носители зоны нитрификации.

Проблемы Арктического региона: Тр. XIX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2022 г.). Мурманск, 2023. С. 101–107.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XIX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2022). Murmansk, 2023. P. 101–107.

- Не понятно, за счёт чего на контактных фильтрах будет происходить доочистка стоков, если в этот узел подается реагент «Аква-Аурат», содержащий активный хлор. При использовании этого реагента биологическая доочистка стоков в контактном фильтре невозможна, так как в этом реагенте на долю активного хлора (окислителя) приходится 35 %, в то время как на долю Al_2O_3 только 30 %, рекомендуется заменить «Аква-Аурат» на сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$.

- Почему не предусмотрена обработка осадка (аэробная или анаэробная)? Для очистных сооружений, расположенных в павильонах, необработанный осадок будет создавать дискомфортные условия, загрязняя производственные помещения не только неприятно пахнущими, но и канцерогенными газами (сероводородом, аммиаком, индолом и меркаптанами). Предусмотреть аэробную стабилизацию осадка на расчетную температуру 12–15 °С.

- Для обезвоживания осадка принято самое неэффективное оборудование (дегидратор), которое может обеспечить снижение влажности осадка минимум до 80 %. Осадок такой влажности при транспортировке ещё больше разжижается и теряется через неплотности, имеющиеся в кузове автомобильного транспорта. Заменить шнековые дегидраторы на фильтр-прессы малой производительности.

Заключение

Проектом принята современная технология очистки сточной жидкости со снижением БПК, взвешенных веществ, азота и фосфора. Однако в проекте имеется ряд недоработок, которые необходимо устранить до начала строительства, что позволит обеспечить требуемую степень очистки стоков при эксплуатации комплекса.

Список источников

СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения : взамен СНиП 2.04.03-85: введ. 2019-06-26. Москва: ФГУП Стандартиформ, 2019. 70 с.

Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.

Амбросова Г. Т. Анализ технических решений компактных установок для очистки сточной жидкости / Г. Т. Амбросова, А. В. Кругликова, А. П. Колодезникова, А. П. Семенова // Вода и экология: проблемы и решения. Санкт-Петербург, 2021. с. 3–15.

References

SP 32.13330.2018. Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija : vzamen SNiP 2.04.03-85: vved. 2019.06.26 [Sanitary regulations 32.13330.2018. Sewerage. External networks and structures]. Moscow: FGUP Standartinform, 2019, 70 p. (In Russ.).

Voronov Ju. V., Jakovlev S.V. Vodootvedenie i ochistka stochnyh vod [Water disposal and wastewater treatment]. Moscow, Izdatel'stvo Associacii stroitel'nyh vuzov [Publishing House of the Association of Construction Universities], 2006, 704 p. (In Russ.).

Ambrosova G. T., Kruglikova A. V., Kolodeznikova A. P., Semenova A. P. Analiz tehniceskij reshenij kompaktnyh ustanovok dlja ochistki stochnoj zhidkosti [Analysis of technical solutions for compact wastewater treatment plants]. Voda i jekologija: problemy i reshenija [Water and ecology: problems and solutions]. St. Petersburg, 2021, pp. 3–15. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 21.06.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 17.10.2022. The article was submitted 21.06.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 17.10.2022.

AUTHOR INDEX

Аллюярова Ю. В.	96	Починок И. О.	71
Амбросова Г. Т.	101	Прохорова Т. А.	15
Березина И. А.	9	Сивкова В. П.	15
Васильева М. О.	101	Снятков А. А.	62
Визняк Д. И.	96	Стокальская Е. В.	9
Гарбуль А. В.	25	Тарасов В. А.	68
Гарбуль Е. А.	25	Темчура В. О.	58
Гончаров О. Е.	96	Трошенков В. Е.	85
Гурьевская Л. А.	68	Туркевич О. С.	21
Залесских К. А.	39	Тюкина О. С.	43
Киселева Е. Е.	9	Фомин К. Ю.	32
Лазарева И. М.	71, 78	Харламова М. Н.	15
Ляш О. И.	71, 78	Харченко О. С.	68
Малавенда С. С.	9, 25	Черногор Р. А.	68
Малашевский Е. Д.	96	Чечкова Н. А.	48
Мамонтова О. В.	21, 48	Шевелева Е. С.	43
Никулина В. Д.	53	Шелегов Г. С.	78
Попова А. Д.	58		



ISBN 978-5-91137-487-7



9 785911 374877