

**Зообентос реки Зимней Золотицы в районе
месторождения алмазов имени М. В. Ломоносова**

© 2024. М. А. Студёнова, специалист,

И. И. Студёнов, к. б. н., зам. руководителя филиала,

А. Г. Завиша, ст. специалист,

А. Т. Лапикова, мл. специалист,

Северный филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,

163002, Россия, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17,

e-mail: i.studenov@gmail.com, severniro@vniro.ru

В 2000 г. начаты комплексные исследования зообентоса р. Зимней Золотицы и её притоков р. Светлой и руч. Светлого в зоне воздействия месторождения алмазов имени М. В. Ломоносова. Исследования на водотоках проводились до строительства руслоотводного канала вокруг карьера, в процессе строительства и по вводу канала в эксплуатацию. В 2000–2021 гг. в составе зообентоса было обнаружено 22 таксона, относящихся к 5 типам и 6 классам беспозвоночных. Среднее значение индекса Шеннона по зообентосу р. Зимняя Золотица и её притоков составило 1,87, изменяясь от 0,76 до 2,9. Численность беспозвоночных на исследованном участке речной системы р. Зимняя Золотица за годы наблюдений варьировала от 110 до 28375 экз./м², составив в среднем 5369 экз./м². Основу численности формировали личинки комаров-звонцов. Биомасса беспозвоночных на исследованном участке речной системы р. Зимняя Золотица за годы мониторинга составляла от 0,026 до 29,060 г/м², в среднем – 4,015 г/м². Основу биомассы формировали малощетинковые черви, личинки подёнок, двустворчатые моллюски и личинки комаров-звонцов. Определён средний олигохетный индекс, который по всем районам за период наблюдений составил 8%. По значениям олигохетного индекса р. Зимняя Золотица и её притоки классифицируются как чистые.

Ключевые слова: река Зимняя Золотица, зообентос, таксономический состав, численность, биомасса.

**Zoobentos of the Zimnyaya Zolotitsa River
at the Lomonosov diamond deposit**

© 2024. M. A. Studenova ORCID: 0000-0001-5778-190X*

I. I. Studenov ORCID: 0000-0002-0826-2537*

A. G. Zavisha ORCID: 0000-0001-9010-584X*

A. T. Lapikova ORCID: 0009-0002-9032-6313*

Northern branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal
Research Institute of Fisheries and Oceanography”,

17, Uritskogo St., Arkhangelsk, Russia, 163002,

e-mail: i.studenov@gmail.com, severniro@vniro.ru

22 invertebrate taxons of zoobenthos were found over the entire study period in the Zimnyaya Zolotitsa River at the Lomonosov diamond deposit. The number of sampling points (stations) for monitoring period is 6. The average number of taxons per station for the entire monitoring period is 11, ranging from 3 to 16. Almost annually, larvae of chironomidae were found at all stations in samples; the frequency of them for all stations over the entire monitoring period was 94%. In addition, the mayfly larvae (89%), diptera larvae (85%), oligochaeta (82%) and hydrachna (78%) were the most common. The average value of the Shannon index as a whole on the studied part of the Zimnyaya Zolotitsa river system for the period 2000–2021 amounted to 1.87, varying from 0.76 (the Svetly Creek, 2016) up to 2.9 (the Svetlaya River). The Margalef species wealth index as a whole on the studied part of the Zimnyaya Zolotitsa River was 0.85. The Pielu equalization index averaged 0.58, indicating the presence of dominant taxons in samples. The number of invertebrates on the studied section of the Zimnyaya Zolotitsa River over the years of monitoring varied from 110 to 28375 spec/m², averaging 5369 spec/m². The biomass of invertebrates on the studied part of the Zimnyaya Zolotitsa River over the years ranged from 0.026 to 29.060 g/m², on average – 4.015 g/m². Despite the lack of negative impact on the river ecosystem, one of the dominant groups in the zoobenthos is oligochaeta, the proportion of which varied from 4.4% at 148 km from the mouth of the Zimnyaya Zolotitsa River up to 24.1% at 152 km. Taking into account the relatively high proportion of oligochetes in benthic samples, an oligochete index was used to assess water quality in the Zimnyaya Zolotitsa River. In general, the Zimnyaya

Zolotitsa river system is estimated as pure – the average oligochaeta index for all sampling points for the entire monitoring period was 8%. One-time increases in the oligochaeta index to maximum values suggest a slight contamination of the river based on the index gradation. These increases are likely related to natural processes in the river system, as evidenced by high oligochaeta index values at the upper sampling points (169 km) located outside the deposit area.

Keywords: Zimnyaya Zolotitsa river, zoobenthos, taxonomic composition, number, biomass.

Сведения о зообентосе малых рек бассейна Белого моря в зоне разработок первого в Европе месторождения алмазов в литературе практически не представлены. Первые сведения о донных беспозвоночных р. Зимней Золотицы и её притоков опубликованы в [1]. По результатам исследований 2019 г. опубликованы фрагментарные данные о состоянии зообентоса р. Зимней Золотицы на участке выше зоны воздействия месторождения алмазов [2]. Систематические исследования зообентоса указанной речной системы были начаты в 2000 г. Северным филиалом ФГБНУ «ВНИРО».

Цель данной работы – оценка качественного и количественного состава зообентоса в р. Зимней Золотице с притоками и уровня загрязнённости водных экосистем в зоне влияния месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова. Актуальность работы заключается в представлении обобщённых результатов исследований, впервые дающих наиболее полное представление о составе зообентоса указанной речной системы, его численности и биомассе, а также о варьировании этих показателей в 2000–2021 гг.

Объекты и методы исследований

Река Зимняя Золотица берёт начало из оз. Золотицкого на Беломорско-Кулойском плато, протекает по западной части Беломорско-Кулойского полуострова и впадает в Горло Белого моря с Зимнего берега. Протяжённость реки – 177 км, площадь водосбора – 1950 км² [3]. На 155 км от устья р. Зимней Золотицы с правого берега в неё впадает р. Светлая. В р. Светлую на 1 км от устья также с правого берега впадает руч. Светлый. В 2003 г. в бассейне р. Зимней Золотицы в районе впадения в неё р. Светлой начата разработка месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова. Месторождение по своим совокупным горно-геологическим характеристикам является уникальным и не имеет аналогов в мировой практике, поскольку состоит из 2 расположенных рядом и одновременно разрабатываемых кимберлитовых трубок – «Архангельской» и «им. Карпинского-1». Разработка месторож-

дения ведётся открытым способом. В процессе разработки проектировалось расширение карьеров, что могло привести к поглощению ими русел р. Зимней Золотицы и её притоков – р. Светлой и руч. Светлого. Во избежание этого вокруг карьеров был построен руслоотводной канал (РОК), отсекающий устьевые части р. Светлой и руч. Светлого, а также часть русла р. Зимней Золотицы с 156 по 152 км от её устья. Помимо отвода русел естественных водотоков, канал принимает подземные воды из скважин понижающего контура, откачивающих воды из водоносных слоёв вокруг карьеров.

Исходя из проекта разработки месторождения были определены станции гидробиологического мониторинга: фоновая – 169 км от устья р. Зимней Золотицы; 157 км от устья – у впадения в РОК; 152 км от устья – у выхода из РОК; 148 км от устья – фоновая. Также были определены станции мониторинга на притоках р. Зимней Золотицы: руч. Светлый (1 км от его впадения в РОК), р. Светлая (0,1 км от её впадения в РОК) (рис. 1).

На всех станциях ежегодно, в один и тот же период (первая половина июня) выполняли сбор проб модифицированным пробоотборником Сарбера с площадью захвата 0,04 м². Первичную промывку проб осуществляли в сачках из газ-ситы № 23 [4]. После первичной промывки пробы фиксировали 4% раствором формалина, этикетировали и затем обрабатывали в камеральных условиях согласно общепринятым методам [5]. Всего за период наблюдений собрано и обработано 187 проб зообентоса. Определяли систематическую принадлежность организмов зообентоса до низшего определяемого таксона с помощью общепринятых определителей [6, 7]. Взвешивание беспозвоночных проводили на электронных аналитических весах с дискретностью 0,1 мг, результаты измерений при статистической обработке округлялись до 1 мг. Материалы исследований были включены в базу данных «Зообентос пресноводных водных объектов Севера России» [8]. Для оценки влияния разработок месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова на экосистемы малых водотоков использован олигохетный индекс Гуднайт-Уитли [9].



Рис. 1. Схема станций мониторинга в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг.
Fig. 1. The monitoring stations in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

Результаты и обсуждение

В составе зообентоса за весь период исследований (2000–2021 гг.) было обнаружено 22 таксона беспозвоночных: Hydrachnidia (водяные клещи); Amphipoda (бокоплавы); Ostracoda (ракушковые ракообразные); Collembola (ногохвостки); Plecoptera (веснянки); Ephemeroptera (подёнки); Coleoptera (жуки); Trichoptera (ручейники); Diptera (двукрылые); Ceratopogonidae (мокрецы); Chironomidae (звонцы); Hirudinea (пиявки); Oligochaeta (малощетинковые черви); Nematoda (круглые черви); Gastropoda (брюхоногие моллюски); Bivalvia (двустворчатые моллюски); Hydrozoa (гидра); Aranei (пауки); Odonata (стрекозы); Simuliidae (мошки); Megaloptera (вислокрылки); Heteroptera (водные клопы).

Среднее количество таксонов на 1 станцию за весь период исследований составило 11, варьируя от 2 в руч. Светлом в 2016 г. до 17 в р. Светлой в 2004 г. (рис. 2). При этом наибольшие межгодовые изменения в количестве таксонов отмечены в руч. Светлом, где максимальное количество таксонов превышало минимальное в 7,5 раз. Наиболее стабильным бентосное сообщество было на станциях 152 и 157 км от устья р. Зимней Золотицы, где наибольшее за период наблюдений число таксонов превышало наименьшее в 2,0 и 2,3 раза соответственно.

Частота встречаемости различных таксонов в целом по речной системе р. Зимней Золотицы за период наблюдений представлена на рисунке 3. Практически ежегодно на

всех станциях в пробах встречались личинки комаров-звонцов, частота встречаемости которых по всем станциям за весь период наблюдений составила 94% при варьировании от 67 до 100%. Кроме них наиболее часто встречались личинки подёнок (89%), личинки двукрылых (85%), малощетинковые черви (82%) и водяные клещи (78%). Наиболее редко встречались личинки стрекоз (6%), гидры (6%) и личинки мокрецов (5%). В ходе наблюдений отмечены особенности распределения различных таксонов беспозвоночных по водным объектам. Так, бокоплавы регулярно отмечались в р. Светлой (33%) и в руч. Светлом (95%), но не встречались в русле р. Зимней Золотицы. Пиявки отмечены практически на всех станциях в русле р. Зимней Золотицы, но не встречались в р. Светлой и руч. Светлом.

Среднее значение индекса Шеннона [10] в целом на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за период 2001–2021 гг. составило 1,87, изменяясь от 0,76 (руч. Светлый, 2016 г.) до 2,9 (р. Светлая). Максимальная стабильность индекса Шеннона отмечена на фоновой станции (169 км от устья р. Зимней Золотицы) – здесь его значения изменялись от 1,43 до 2,83. На всех остальных станциях значение индекса Шеннона за период наблюдений изменялось более чем в 2 раза, а наибольший размах (от 0,86 до 2,9) отмечен в р. Светлой.

Индекс видового богатства Маргалефа в целом на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы составил 0,85, при этом минимальное значение за весь период наблюдений (0,3) отмечено в 2016 г. на участ-

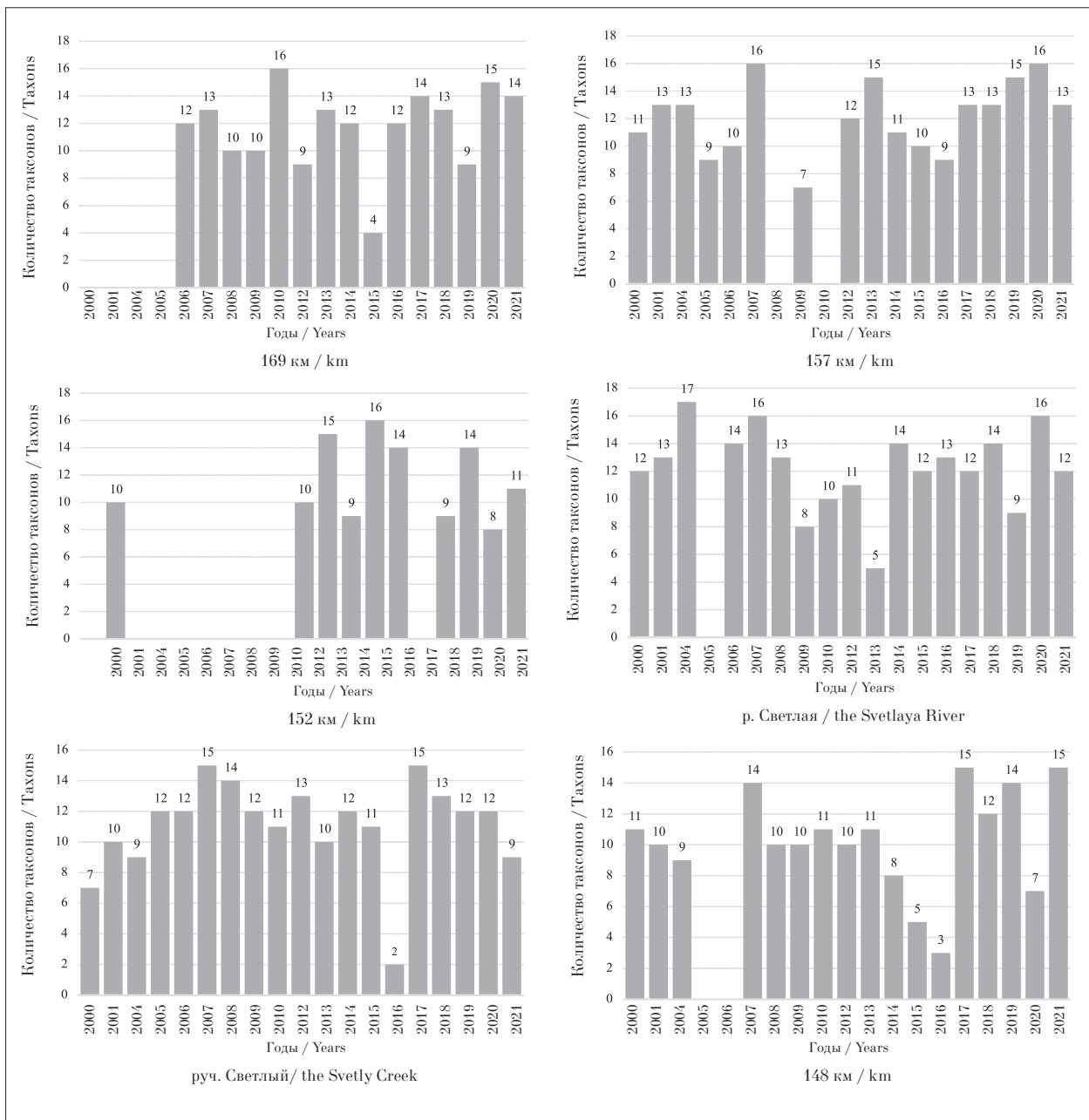


Рис. 2. Количество таксонов зообентоса по станциям мониторинга в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг.
Fig. 2. The number of zoobenthos taxons for monitoring stations in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

ке 148 км от устья, а максимальное (1,28) – в р. Светлой в 2020 г. Наибольшие изменения индекса Маргалефа (от 0,3 до 1,12) отмечены на станции 148 км от устья – самой нижней по течению р. Зимней Золотицы точке наблюдений. Наименьший размах значений (от 0,67 до 1,18) выявлен на станции 169 км от устья, которая не попадает в зону воздействия месторождения и является фоновой.

Индекс выравнинности Пиелу на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы составил в среднем 0,58, что говорит

о наличии в пробах доминирующих таксонов. При этом минимальное значение индекса (0,21) отмечено в руч. Светлом в 2015 г., а максимальное (0,86) – на станции 148 км от устья р. Зимней Золотицы в 2016 г. Наименьшая изменчивость индекса (от 0,67 до 1,18) отмечена на фоновой станции, а наибольшая (от 0,3 до 1,12) – на станции 148 км от устья.

Численность беспозвоночных на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 110 (148 км

от устья, 2016 г.) до 28375 экз./м² (157 км от устья, 2013 г.), составив в среднем 5369 экз./м² (рис. 4). Наименьшие по значениям средние значения численности (2820 экз./м² и 2850 экз./м²) отмечены в р. Светлой и на станции 169 км от устья р. Зимней Золотицы соответственно. Численность донных беспозвоночных в р. Светлой, варьирующая в период наблюдений от 375 до 6187 экз./м², была наименьшей на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы. Наибольшие значения численности беспозвоночных отмечены на станции 157 км от устья и в ручье Светлом – 28375 и 24775 экз./м² соответственно. Варьирование диапазона значений численности было самым высоким на станции 148 км от устья – здесь минимальное и максимальное значения различались более чем в 128 раз. Наименьший размах варьирования минимальных и максимальных значений численности отмечен в р. Светлой (в 16 раз).

Основу численности на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы формировали личинки комаров-звонцов – их доля в обобщённой выборке составила 40,0%. Значительный вклад в формирование общей

численности внесли также личинки мошек (10,0%), малощетинковые черви (8,7%), личинки веснянок (5,5%) и подёнок (5,0%). Суммарный вклад перечисленных таксонов в формирование общей численности донных беспозвоночных составил около 70%.

Эпизодически относительно высокий вклад в формирование численности вносили двустворчатые моллюски: на станции 169 км от устья р. Зимней Золотицы в 2015 г. их доля от общей численности составляла 21,7%, в 2017 г. – 20,8%. В 2016 г. доля двукрылых на станции 157 км от устья р. Зимней Золотицы составила 41,1%, в среднем за все годы составляя на этом участке 10,5%.

Биомасса беспозвоночных на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за годы наблюдений значительно варьировала – от 0,026 (148 км от устья, 2016 г.) (рис. 5) до 29,060 г/м² (152 км от устья, 2012 г.), составив в среднем 4,015 г/м². Наименьшие средние значения биомассы (2,017 и 2,622 г/м²) отмечены на станциях 148 км и 169 км соответственно. Варьирование диапазона значений биомассы было самым высоким на станции 148 км от устья – здесь

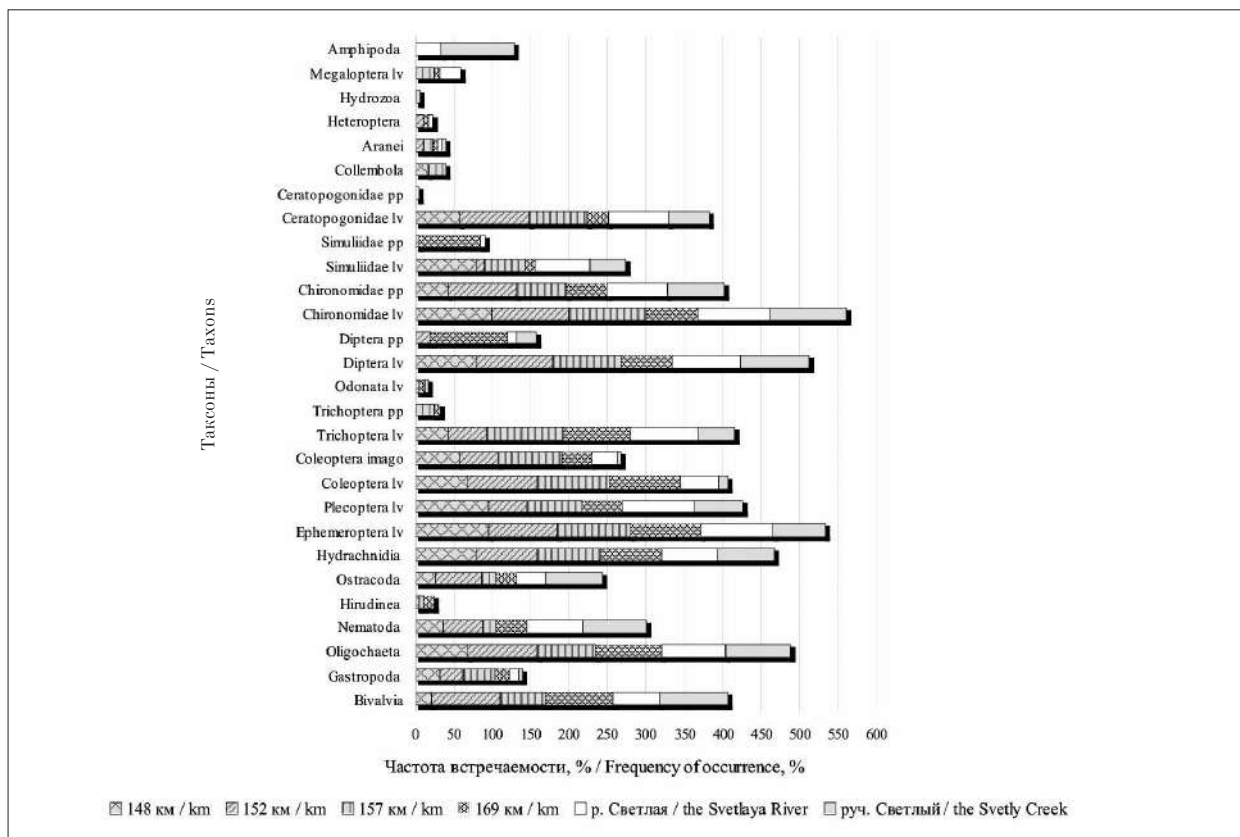


Рис. 3. Частота встречаемости различных таксонов беспозвоночных в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг.
 Fig. 3. The different taxons of invertebrates frequency of occurrence in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

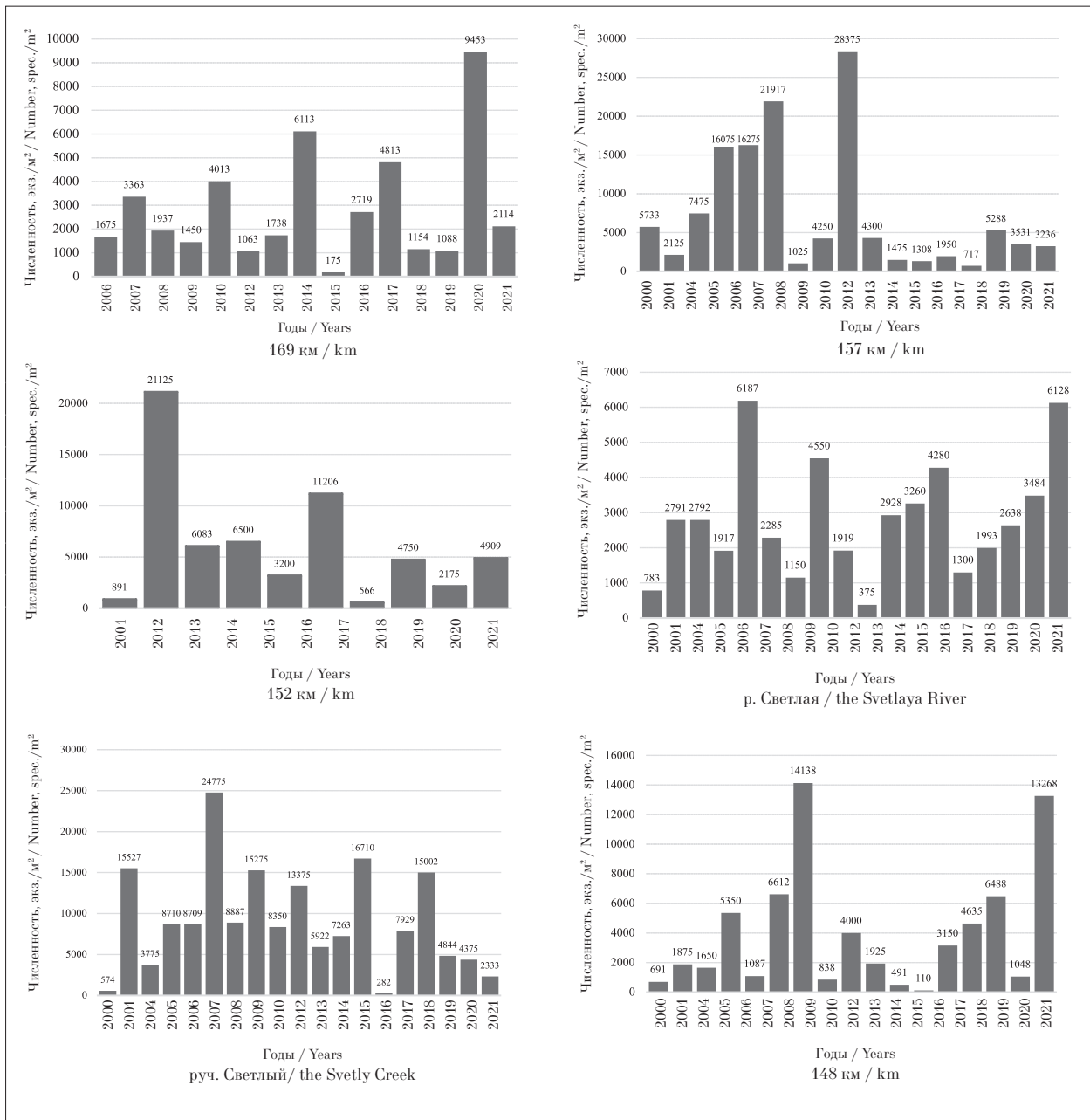


Рис. 4. Численность организмов зообентоса по станциям в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг. / Fig. 4. The number of zoobenthos organisms in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

минимальное и максимальное значения различались более чем в 307 раз. Наименьший размах варьирования минимальных и максимальных значений численности отмечен на станции 157 км (в 20 раз).

Основу биомассы на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за весь период наблюдений формировали малощетинковые черви (14,1%), личинки подёнок (13,9%), двустворчатые моллюски (13,2%) и личинки комаров-звонцов (11,8%) – их общая доля в обобщённой выборке составила 53,0%. Значительный вклад в формирование

общей биомассы внесли также личинки ручейников и двукрылых – на каждый из этих таксонов пришлось по 8,1%. Суммарный вклад всех перечисленных таксонов в формирование общей биомассы донных беспозвоночных составил более 69%.

Эпизодически относительно высокий вклад в формирование биомассы вносили куколочки ручейников: на станции 169 км от устья р. Зимней Золотицы в 2010 г. их доля от общей биомассы составляла 7,8%. В 2012 и 2013 гг. доля брюхоногих моллюсков на станции 148 км от устья составила соответственно 27,1 и 49,4%.

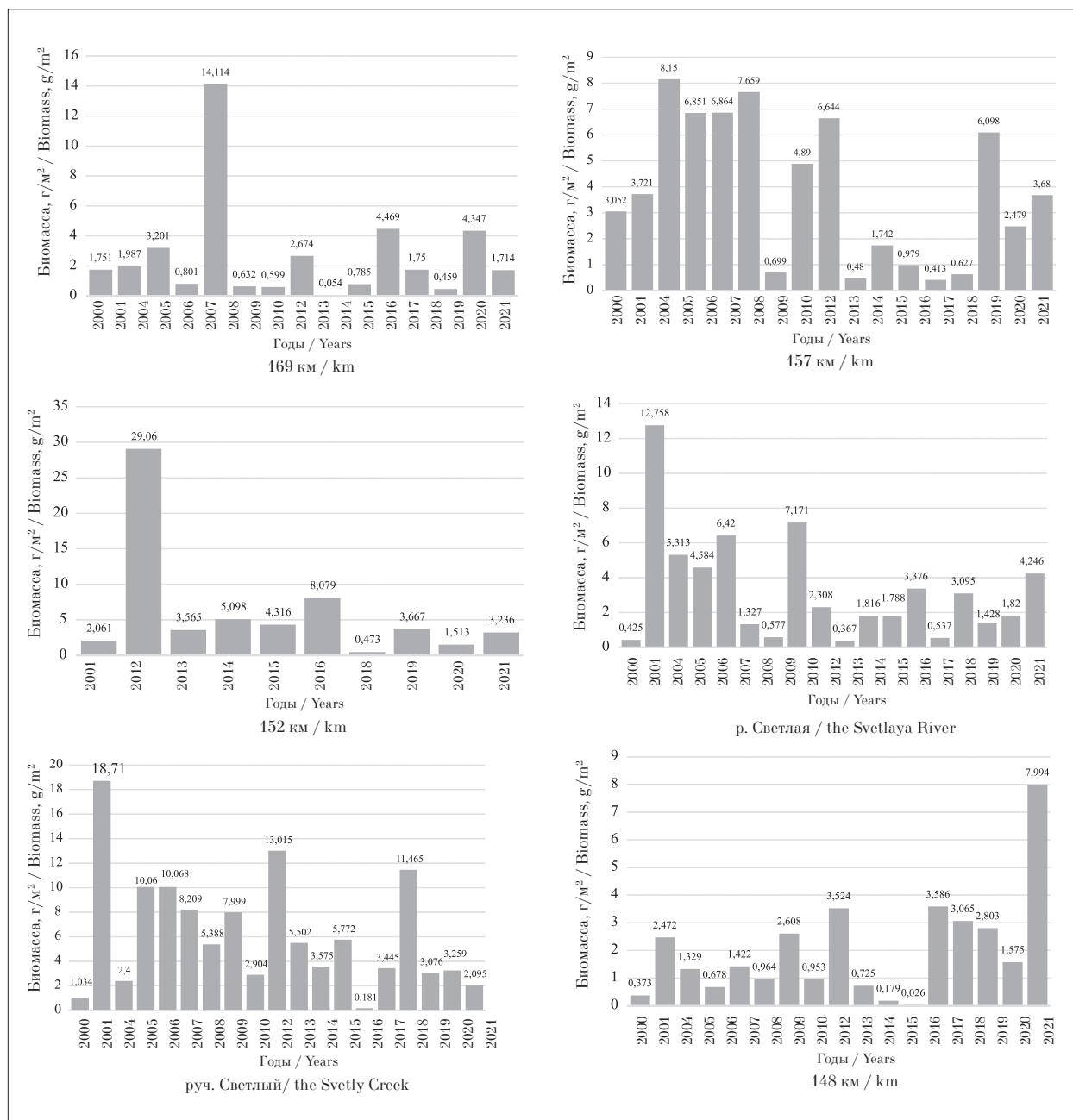


Рис. 5. Биомасса зообентоса по станциям в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг.
 Fig. 5. The zoobenthos biomass in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

Несмотря на отсутствие негативной нагрузки на экосистему реки, одной из доминирующих групп в составе зообентоса являются олигохеты, доля которых составляла от 4,4% на станции 148 км от устья до 24,1% на станции 152 км. Учитывая сравнительно высокую долю олигохет в бентосных пробах, для оценки качества воды в речной системе р. Зимней Золотицы был применён олигохетный индекс (ОИ). Он значительно варьировал как по годам наблюдений, так и по станциям (рис. 6).

Наибольшие значения ОИ отмечены на станции 152 км от устья р. Зимней Золотицы –

57 в 2018 г., 56 – в 2012 г. и 43 – в 2020 г. Следующий высокий диапазон значений индекса отмечен на фоновой станции (169 км от устья) – 47 в 2020 г. и 41 – в 2017 г. В руч. Светлом в 2004 г. отмечено разовое повышение ОИ до 34. По всем остальным станциям в период наблюдений значения ОИ редко превышали 20. В целом за период наблюдений наивысшие средние значения ОИ отмечены на станциях 152 км и 169 км от устья – 22 и 11 соответственно. Самые низкие средние показатели ОИ за весь период наблюдений оказались на нижней фоновой станции (148 км от устья) – 3, и на

входе р. Зимней Золотицы в руслоотводной канал (157 км от устья) – 4. В целом, по значениям ОИ речная система р. Зимней Золотицы оценена, как чистая. Средний ОИ по всем районам за весь период наблюдений составил 8%. Разовые повышения ОИ до максимальных значений позволяют говорить, исходя из градации индекса, о незначительном загрязнении реки. Вероятнее всего эти повышения связаны с естественными процессами в речной системе,

о чём свидетельствуют высокие значения ОИ на верхней фоновой точке, расположенной вне зоны влияния месторождения.

Заключение

Представлены результаты систематических исследований зообентоса р. Зимней Золотицы и её притоков (р. Светлой и руч. Светлого), которые были начаты в 2000 г. Северным

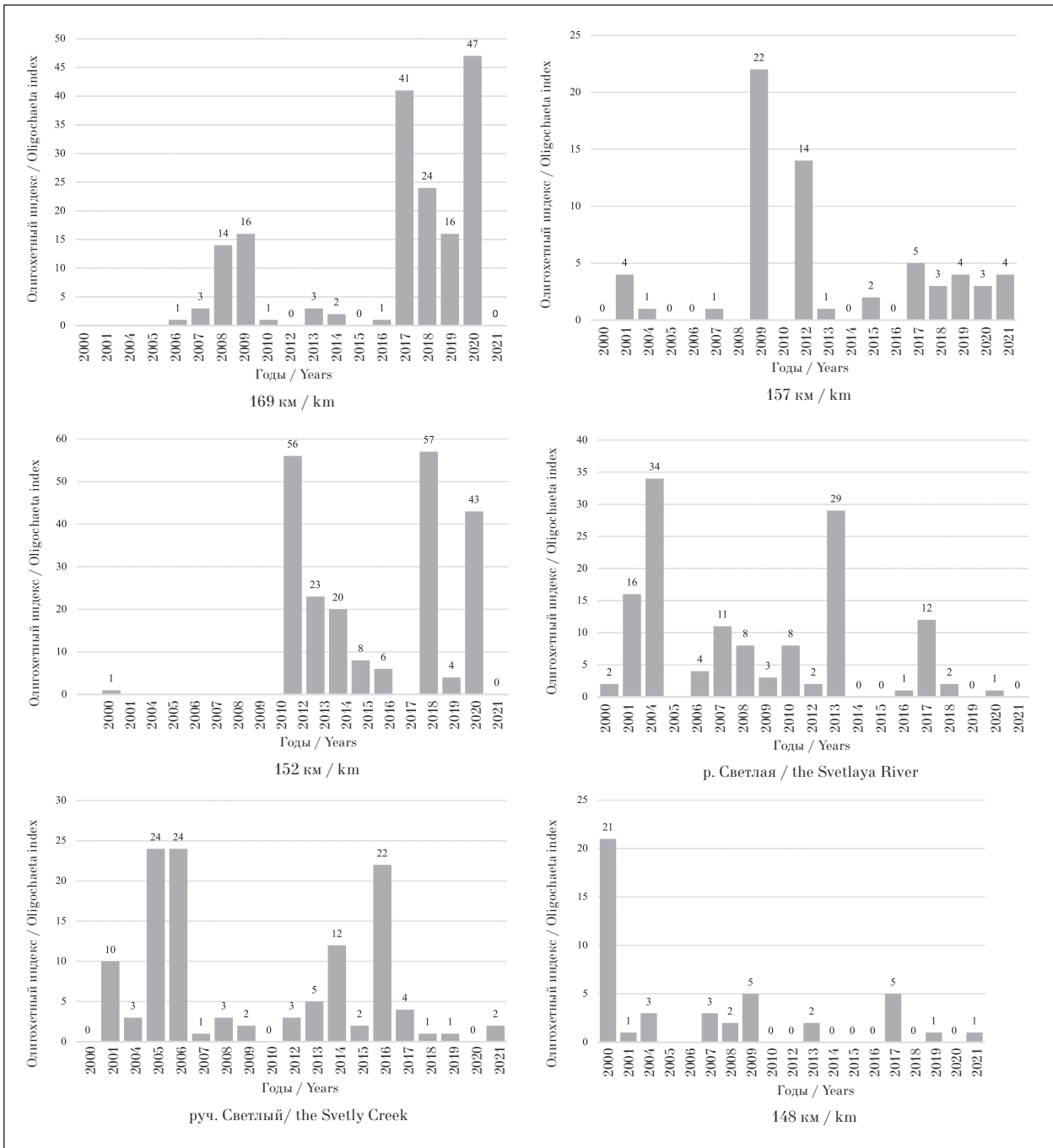


Рис. 6. Олигохетный индекс Гуднайт-Уитли (%) по станциям в речной системе р. Зимней Золотицы в 2000–2021 гг. / **Fig. 6.** Goodnight-Whitley oligochaeta index (%) in the Zimnyaya Zolotitsa river system in 2000–2021

филиалом ФГБНУ «ВНИРО» в рамках производственного экологического мониторинга АО «Севералмаз». Основной задачей изучения состава донных биоценозов являлась оценка влияния разработок месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова на экосистемы малых водотоков, в т. ч. определение олигохетного индекса Гуднайт-Уитли, дающего представление об уровне загрязнённости р. Зимней Золотицы и её притоков. Всего за период наблюдений собрано и обработано 187 проб зообентоса.

В составе зообентоса за весь период исследований было обнаружено 22 таксона беспозвоночных. Среднее количество таксонов на 1 станцию за весь период исследований составило 11, варьируя от 3 до 16. Практически ежегодно на всех станциях в пробах встречались личинки комаров-звонцов, частота встречаемости которых по всем станциям за весь период наблюдений составила 94%. Кроме них наиболее часто встречались личинки подёнок (89%), личинки двукрылых (85%), малощетинковые черви (82%) и водяные клещи (78%). Среднее значение индекса Шеннона в целом на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за период 2001–2021 гг. составило 1,87, изменяясь от 0,76 (руч. Светлый, 2016 г.) до 2,9 (р. Светлая). Индекс видового богатства Маргалефа в целом на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы составил 0,85, а индекс выравненности Пиелу составил в среднем 0,58, что говорит о наличии в пробах доминирующих таксонов. Численность беспозвоночных на исследованном участке речной системы р. Зимней Золотицы за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 110 до 28375 экз./м², составив в среднем 5369 экз./м². Биомасса беспозвоночных на исследованном участке речной системы за годы наблюдений составляла от 0,026 до 29,060 г/м² (152 км от устья, 2012 г.), в среднем – 4,015 г/м².

Несмотря на отсутствие негативной нагрузки на экосистему реки, одной из доминирующих групп в составе зообентоса являлись олигохеты, доля которых составляла от 4,4% на станции 148 км от устья р. Зимней Золотицы до 24,1% на станции 152 км. Учитывая сравнительно высокую долю олигохет в бентосных пробах, для оценки качества воды в речной системе р. Зимней Золотицы был применён олигохетный индекс. В целом по значениям ОИ речная система р. Зимней Золотицы оценена как чистая – средний олигохетный индекс по всем станциям за весь период наблюдений составил 8%. Изредка отмечаемые повышения

ОИ позволяют говорить о незначительном кратковременном загрязнении р. Зимней Золотицы, связанном с естественными процессами в речной системе. Это предположение подтверждают повышения значения индекса на верхней фоновой точке, расположенной вне зоны влияния месторождения.

Работа выполнена в рамках производственного экологического мониторинга АО «Севералмаз».

Литература

1. Студёнов И.И., Новоселов А.П., Устюжинский Г.М., Завиша А.Г., Иванов А.К. Современное состояние реки Зимняя Золотица в зоне разработки месторождения им. М.В. Ломоносова // Материалы отчётной сессии Северного филиала ПИИРО по итогам научно-исследовательских работ 2006–2008 гг. Мурманск: Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, 2010. С. 127–134.
2. Завиша А.Г., Студёнова М.А., Устюжинский Г.М., Иванов А.К., Новоселов А.П. О фоновом состоянии макрозообентоса р. Зимняя Золотица на участке выше зоны воздействия алмазоразработок (по результатам исследований 2019 г.) // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 90-летию со дня рождения акад. Н.П. Лавёрова. Архангельск: ФИЦКИА им. академика Н.П. Лавёрова РАН, 2020. С. 444–448.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Под ред. Н.Д. Шека. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 612 с.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 241 с.
5. Студёнова М.А., Студёнов И.И., Чупов Д.В., Самодов А.С. Зообентос дельты реки Северная Двина // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 60–65. doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-060-065
6. Определитель фауны и флоры северных морей СССР / Под ред. Н.С. Гаевской. М.: Советская наука, 1948. 740 с.
7. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Отв. ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 510 с.
8. Студёнова М.А., Шерстков В.С. Зообентос пресноводных водных объектов Севера России // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2017620660. Заявление: 2017620346, 21.04.2017. Дата публикации: 20.06.2017 [Электронный ресурс] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39366178> (Дата обращения: 17.04.2023).
9. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Int. Waste Conf. 1961. V. 106. P. 139–142.

10. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.

References

1. Studenov I.I., Novoselov A.P., Ustyuzhinsky G.M., Zavisha A.G., Ivanov A.K. The current state of the Zimnyaya Zolotitsa River in the area of the Lomonosov diamond deposit // *Materialy otchetnoy sessii Severnogo filiala PINRO po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot 2006–2008 gg.* Murmansk: Polyarnyy nauchno-issledovatel'skiy institut morskogo rybnogo khozyaystva i okeanografii im. N.M. Knipovicha, 2010. P. 127–134 (in Russian).

2. Zavisha A.G., Studenova M.A., Ustyuzhinsky G.M., Ivanov A.K., Novosyolov A.P. On the background state of the macrozoobenthos of the Zimnyaya Zolotitsa River in the area above the impact zone of diamond mining (based on the results of research in 2019) // *Global problems of the Arctic and Antarctic: Sbornik nauchnykh materialov Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 90-letiyu sodnya rozhdeniya akad. N.P. Laverova.* Arkhangelsk: FITsKIA im. akademika N.P. Laverova RAN, 2020. P. 444–448 (in Russian).

3. Surface water resources of the USSR. Hydrological study. V. 3. Northern area / Ed. N.D. Shek. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1965. 612 p. (in Russian).

4. Method of studying biogeocenoses of inland reservoirs / Ed. F.D. Mordukhay-Boltovskoy. Moskva: Nauka, 1975. 241 p. (in Russian).

5. Studenova M.A., Studenov I.I., Chupov D.V., Samodov A.S. Zoobenthos of the Severnaya Dvina River delta // *Theoretical and Applied Ecology.* 2021. No. 2. P. 60–65 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-060-065

6. Determinant of fauna and flora of the northern seas of the USSR / Ed. N.S. Gaevskaya. Moskva: Sovetskaya nauka, 1948. 740 p. (in Russian).

7. Determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR / Ed. L.A. Kutikova, Ya.I. Starobogatov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 510 p. (in Russian).

8. Studenova M.A., Sherstkov V.S. Zoobenthos of freshwater water bodies of the North of Russia // Certificate of state registration of the database No. RU 2017620660. Application: 2017620346, 21.04.2017. Date of publication: 20.06.2017 [Internet resource] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39366178> (Accessed: 17.04.2023) (in Russian).

9. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // *Proc. 15th Int. Waste Conf.* 1961. V. 106. P. 139–142.

10. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.