



УДК 595.3:574.9 (470.22)

Распространение реликтовых ракообразных в глубоководных озерах Карелии в связи с геологическими особенностями региона

КАЛИНКИНА
Наталья Михайловна

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН,
kalina@nwpi.krc.karelia.ru

Ключевые слова:

Карелия
глубоководные озера
реликтовые ракообразные
тектоника
активные разломы
минерализация воды

Аннотация:

С использованием корреляционного и регрессионного методов анализа выполнен анализ географического положения глубоководных озер на территории Карелии. Показано, что их расположение приурочено к Центрально-Карельской зоне активных разломов, которая имеет северо-западное простираение. Получены статистические доказательства достоверности связи между зоной расположения глубоководных озер и Центрально-Карельской зоной разломов. Встречаемость в глубоких озерах Карелии реликтовых ракообразных связана с низкой температурой придонных слоев воды в летний период. Наибольшие показатели численности и биомассы реликтовых ракообразных наблюдаются в озерах с максимальной минерализацией (70–100 мг/л). Невысокая минерализация воды (менее 47 мг/л) является фактором, лимитирующим развитие реликтовых рачков в озерах Карелии.

© 2015 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: В. В. Тахтеев
Рецензент: А. Е. Веселов

Получена: 16 апреля 2015 года

Опубликована: 23 июля 2015 года

Введение

В состав пресноводной фауны Карелии входит группа бентосных реликтовых ракообразных: *Monoporeia affinis* (Lindstr.), *Pallasea quadrispinosa* Sars, *Mysis relicta* Lovén, *Relictacanthus lacustris* (Sars). Кроме того, в Ладожском озере в составе глубоководного бентоса встречается еще один реликтовый вид из отряда равноногих раков – *Saduria* (= *Mesidotea*) *entomon* (L.) (Рябинкин, Полякова, 2013). В составе зоопланктона озер Карелии отмечается один реликтовый вид – рачок *Limnocalanus macrurus* Sars (Куликова, 2013). Данные о встречаемости различных видов реликтовых ракообразных в озерах Карелии наиболее детально представлены в работе О. Н. Гордеева (1965). В настоящее время произошло лишь некоторое уточнение списка озер, где обнаружены реликтовые рачки (Озера Карелии. Справочник, 2013).

Все эти виды, за исключением *P. quadrispinosa*, являются реликтами морского происхождения. Они проникли в карельские водоемы из приледниковых озер около 10000–12000 лет назад (Кауфман, 2011). *Pallasea* является родом байкальского генезиса. Расселение *P. quadrispinosa* происходило, по-видимому, по системе заполярных озер (возможно, приледниковых, но пресных) с востока на запад (Тахтеев, 2000).

При заселении в пресные воды реликтовые ракообразные морского происхождения в течение относительно небольшого периода (в геологическом масштабе времени) выработали адаптации,

связанные, в первую очередь, с эволюционными преобразованиями водно-солевого равновесия. Приспособление рачков к жизни в пресной воде стало возможным в результате увеличения эффективности поглощения из воды необходимых ионов, в первую очередь натрия, кальция, магния и калия (Виноградов, 2000). Арктическое происхождение реликтовых ракообразных обусловило смещение температурной зоны их обитания в область низких температур (Сущенко и др., 1986). В связи с этим обитание холодолюбивых реликтовых ракообразных приурочено к глубоким водоемам с четко выраженной зоной гипolimниона, которая в летний период прогревается весьма слабо.

Изучению распространения реликтовых ракообразных в водоемах Карелии посвящена обширная литература (Герд, 1949; Гордеев, 1965; Полякова, 1999; Рябинкин и др., 2003). Однако этот вопрос рассматривался вне связи с геологическими особенностями региона, что и определило цель настоящей работы. Для достижения цели решали следующие задачи: изучить закономерности распределения на территории Карелии глубоких озер; рассмотреть встречаемость реликтовых ракообразных в связи с показателями глубины и минерализации воды озер.

Материалы

Материалами для исследований послужили архивные данные Института водных проблем Севера КарНЦ РАН (Озера Карелии. Справочник, 2013) по 166 озерам Карелии, собранные в период 1960–2008 гг. В работе использовали данные по морфометрическим показателям озер (максимальная глубина) (Филатов и др., 2013), а также ионному составу воды (Лозовик и др., 2013).

Методы

Данные по макрозообентосу, а также по встречаемости, численности и биомассе реликтовых ракообразных были заимствованы из работ (Герд, 1949; Гордеев, 1965; Рябинкин и др., 2003; Рябинкин, Полякова, 2013). Количественные пробы макрозообентоса отбирались дночерпателями Петерсена (площадь захвата 0.025 м²) или Экмана – Берджи (площадь захвата 0.023–0.030 м²); пробы промывались через сито № 23 и фиксировались 4 % формалином. Реликтовые ракообразные отбирались с помощью дночерпателя, в некоторых случаях – с использованием драги. Камеральная обработка материала осуществлялась в соответствии с общепринятыми в гидробиологической практике методами (Методические рекомендации, 1984). При анализе характера пространственного расположения озер Карелии использовали статистический анализ: корреляционный и регрессионный (Ивантер, Коросов, 1992).

Результаты

Расположение на карте Карелии озер, для которых определены максимальная глубина, минерализация воды и показатели глубоководного бентоса (Озера Карелии. Справочник, 2013), представлено на рис. 1. Большею изученностью озер характеризуется Южная Карелия.

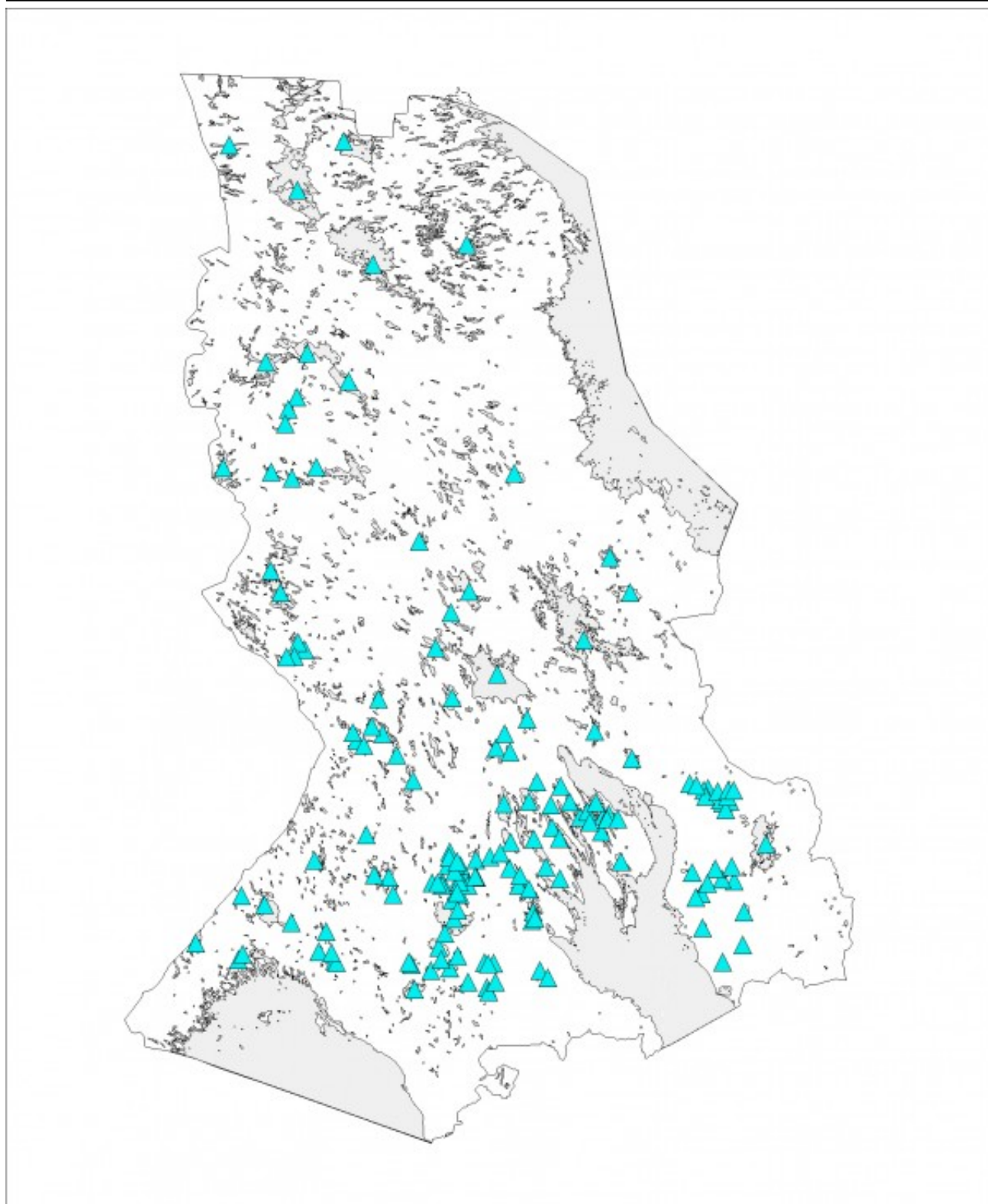


Рис. 1. Изученность озер Карелии (треугольниками обозначено расположение озер, для которых определены максимальная глубина, минерализация воды и показатели глубоководного бентоса)

Fig 1. The distribution of the studied lakes in Karelia (triangles indicate the location of lakes, in which the maximum depth, water mineralization and parameters of deep-water benthos are determined)

Из 166 изученных озер бентосные реликтовые ракообразные были обнаружены в 34 водоемах. Распространение бентосных реликтовых рачков в озерах Карелии представлено на рис. 2. Озера с наибольшими максимальными глубинами, где были встречены реликтовые рачки (на карте отмечены красными кружками), располагаются в наибольшей близости к оси, вытянутой в северо-западном

направлении. Исключение составляет оз. Янисъярви, расположенное в Северном Приладожье. Озера с меньшими глубинами (на карте отмечены зелеными кружками) примыкают к наиболее глубоководным озерам, но площадь их распределения вдоль оси в целом больше.

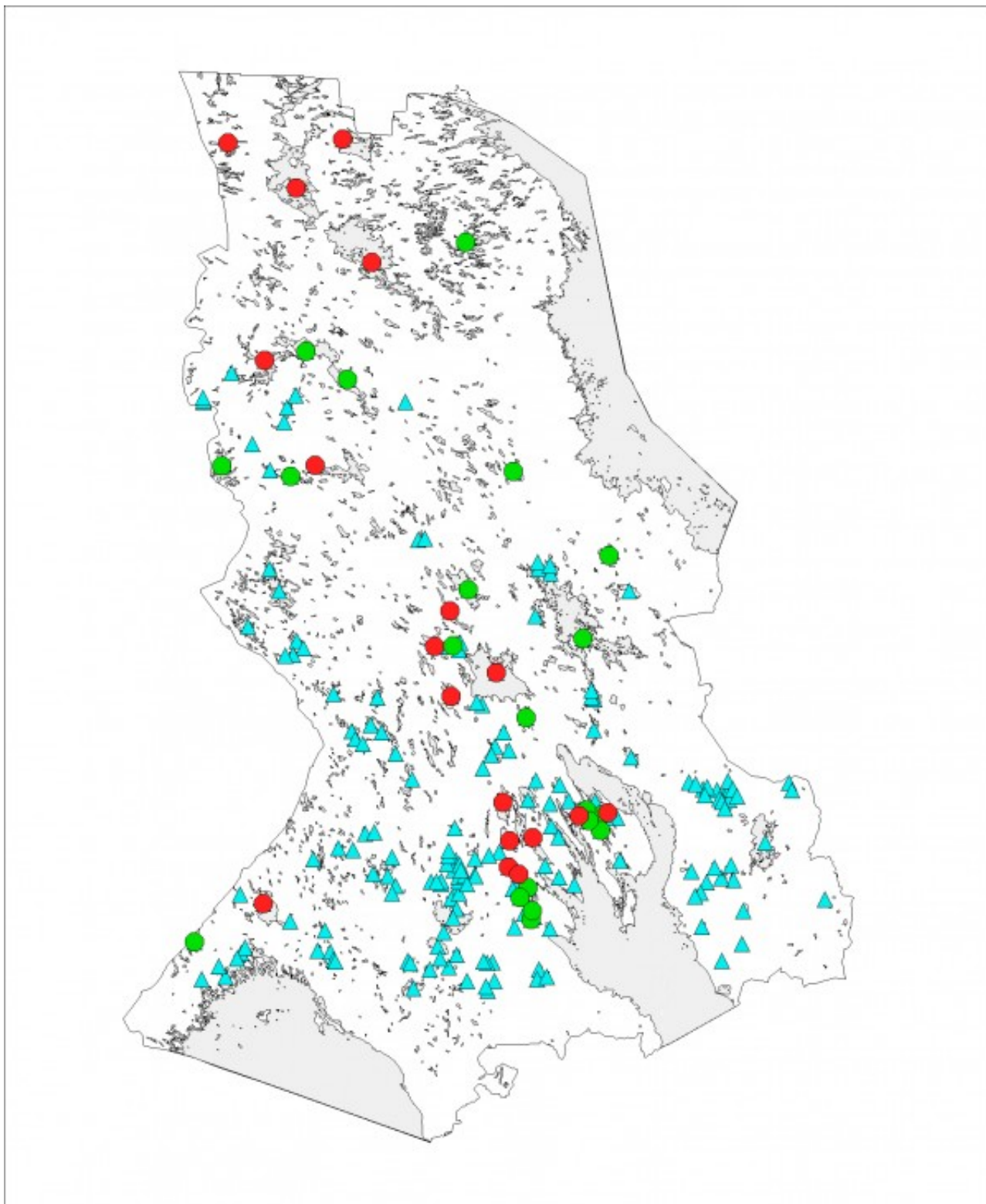


Рис. 2. Расположение на карте Карелии озер, в которых встречаются реликтовые ракообразные; красными кружками отмечены озера с глубиной 40 м и более; зелеными кружками – озера с глубиной от 40 до 18 м; отсутствие реликтовых ракообразных в озерах обозначено голубыми треугольниками

Fig 2. The distribution of lakes in Karelia where relict crustaceans were found; red circles mark the lake with the depth of 40 m or more; green circles – the lake with the depth of 40 to 18 m; the absence of relict

crustaceans in lakes is indicated by blue triangles

Анализ характера распределения озер, в которых встречаются реликтовые ракообразные, был выполнен с использованием корреляционного анализа. Оценивали связь между географическими координатами озер (значениями широты и долготы).

На первом этапе статистический анализ был выполнен для наиболее глубоководных озер с максимальными глубинами более 40 м (рис. 3, 4). Высокий (по абсолютному значению) коэффициент корреляции между географическими координатами озер (-0.91) указывает на закономерное расположение самых глубоководных озер Карелии вдоль оси северо-западного простираия.

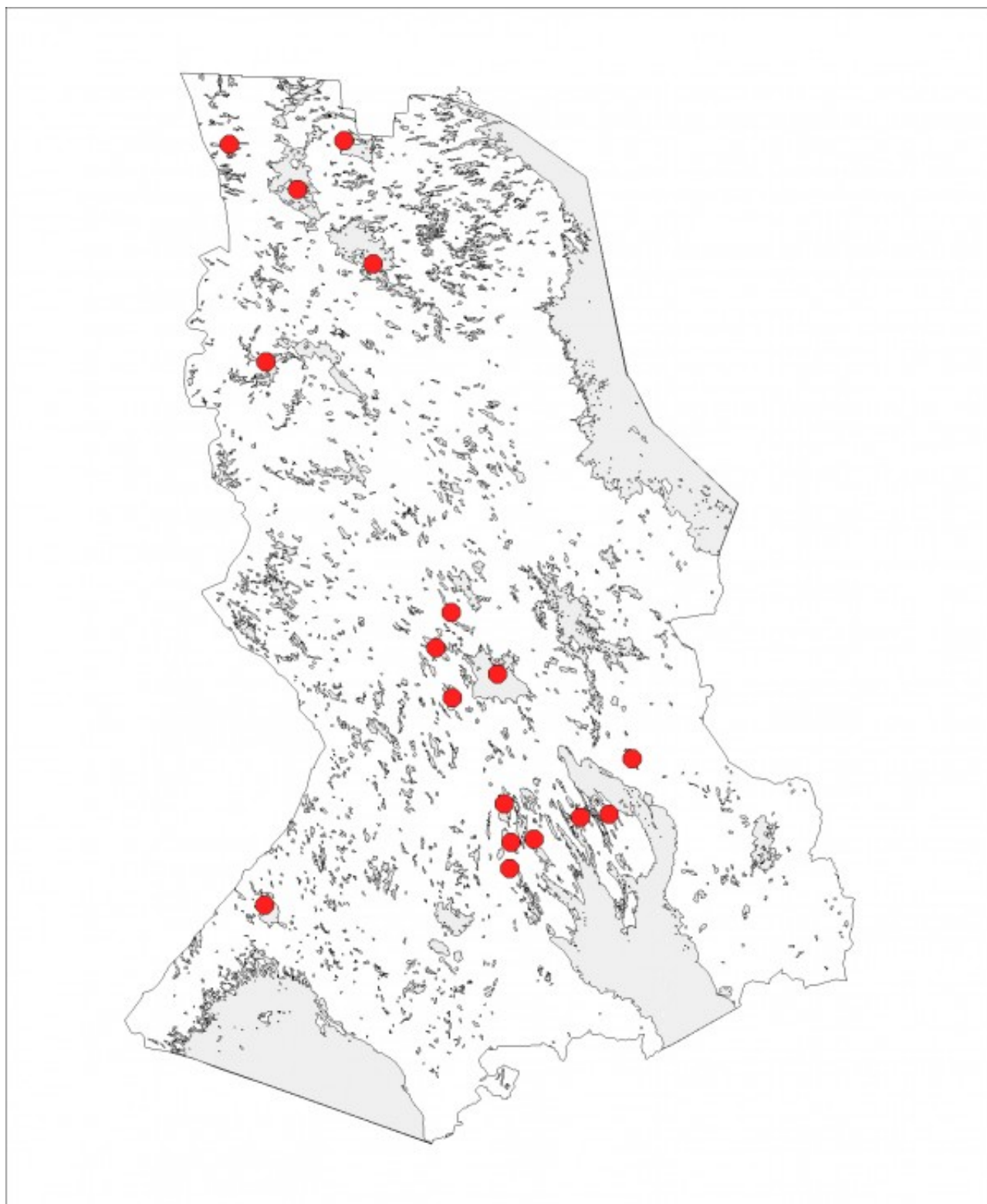


Рис. 3. Расположение на карте Карелии озер, в которых встречаются реликтовые ракообразные, с максимальными глубинами 40 м и более

Fig 3. The distribution of lakes with a maximum depth of 40 m or more where relic crustaceans were found

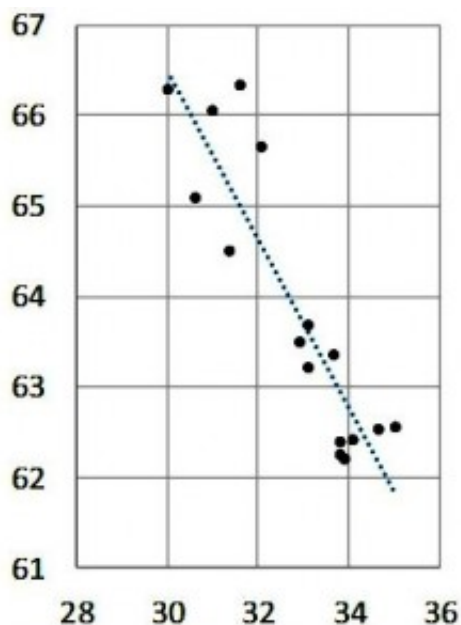


Рис. 4. Анализ пространственного распределения озер с максимальными глубинами 40 м и более (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 4. Analysis of the spatial distribution of lakes with a maximum depth of 40 m or more (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

Подобный анализ был сделан для менее глубоких озер, максимальные глубины которых варьируют от 30 до 40 м, где встречаются реликтовые рачки (рис. 5, 6). Эти озера также ориентированы вдоль оси северо-западного простираения, однако их расположение не так жестко привязано к оси, о чем свидетельствует меньший по абсолютному значению коэффициент корреляции между значениями широты и долготы каждого озера (-0.74).

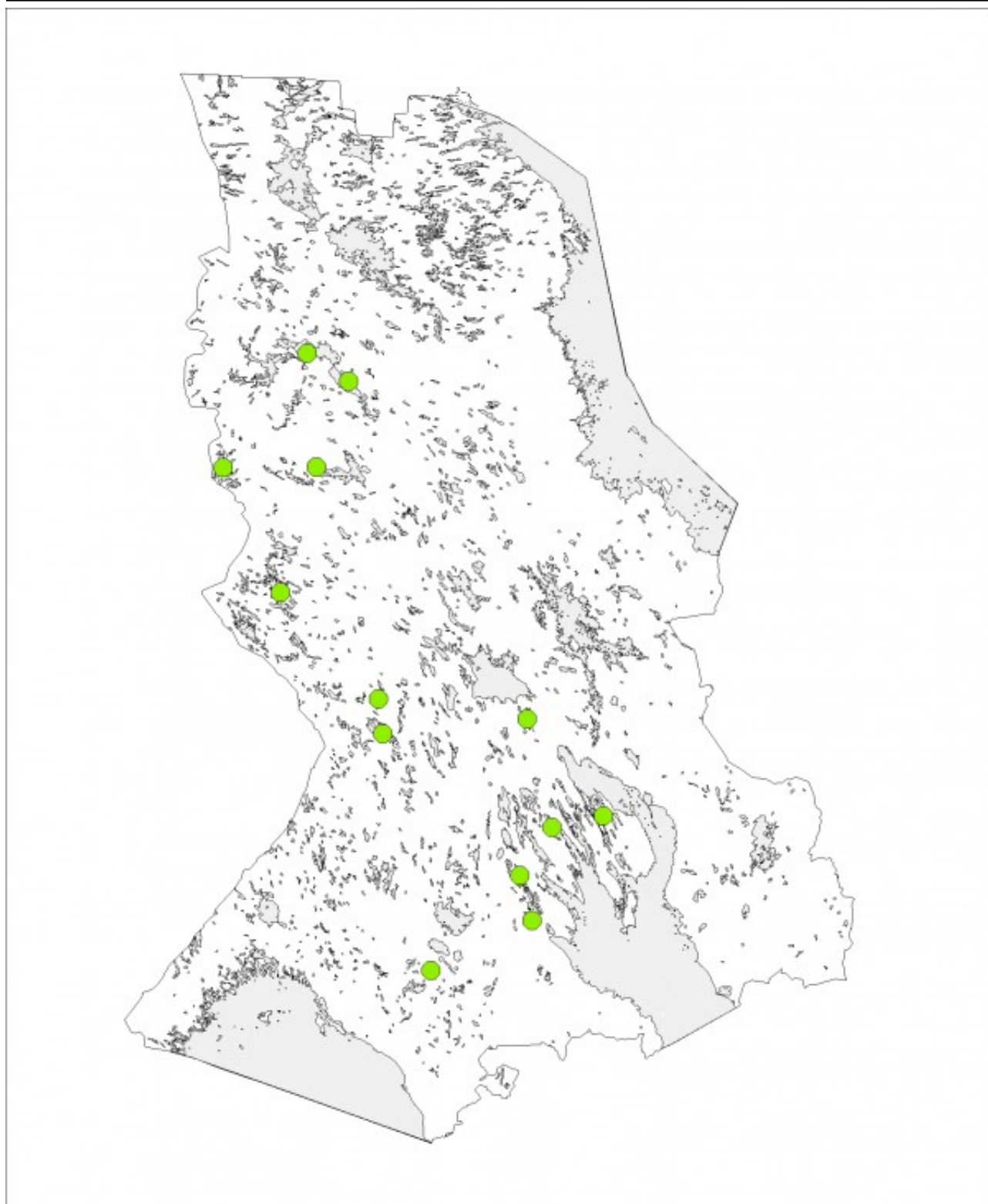


Рис. 5. Расположение на карте Карелии озер, в которых встречаются реликтовые ракообразные, с максимальными глубинами от 30 до 40 м

Fig 5. The distribution of lakes with the maximum depth of 30 to 40 m in Karelia where relict crustaceans were found

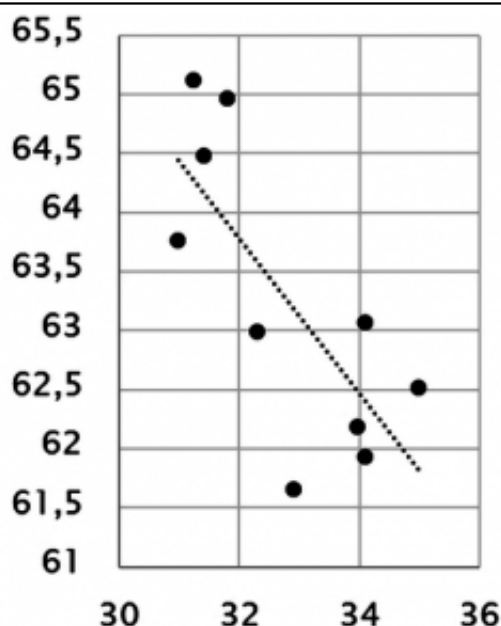


Рис. 6. Анализ пространственного распределения озер с максимальными глубинами от 30 до 40 м (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 6. Analysis of the spatial distribution of lakes with the maximum depth of 30 to 40 m (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

Представляло интерес рассмотреть расположение других исследованных озер Карелии с меньшими глубинами, в которых отсутствуют реликтовых ракообразные. Оказалось, что озера с максимальными глубинами от 10 до 25 м и особенно с максимальными глубинами менее 10 м никак не связаны с осью северо-западного простираения, к которой приурочены наиболее глубокие озера Карелии. Коэффициент корреляции между географическими координатами озер с максимальными глубинами от 10 до 25 м составил -0,21 (рис. 7). Коэффициент корреляции между координатами озер с максимальными глубинами 10 м и менее оказался равен -0,02 (рис. 8).

Таким образом, статистический анализ связей между географическим положением наиболее глубоких озер Карелии (в настоящем случае при анализе их было всего 17 – Паанаярви, Пяозеро, Топозеро, Тикшозеро, Селецкое, Ладмозеро, Сегозеро, Маслозеро, Мунозеро, Путкозеро, Верхнее Куйто, Нюк, Елмозеро, Пертозеро, Урозеро, Сундозеро и Сандал) позволил установить, что эти водоемы образуют единую пространственную структуру. Сопоставление результатов проведенного анализа и данных по тектонике Карелии (Лукашов, 2004) показало, что ось, вдоль которой ориентировано расположение наиболее глубоких озер Карелии (см. рис. 4) весьма точно приурочена к Центрально-Карельской зоне дифференцированных движений (ЦКД), разграничивающей крупные блоки земной коры с различной направленностью и интенсивностью движений. Эта зона активных разломов имеет северо-западное простираение (рис. 9). Именно в районе Центрально-Карельской зоны располагаются все водоемы, где встречаются реликтовые ракообразные (см. рис. 2).

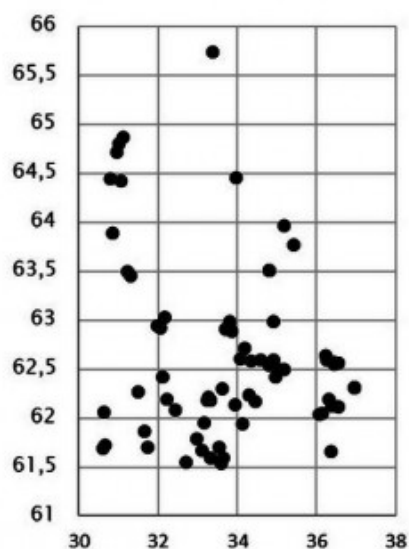


Рис. 7. Анализ пространственного распределения озер с максимальными глубинами от 10 до 25 м (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 7. Analysis of the spatial distribution of lakes with the maximum depth of 10 to 25 m (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

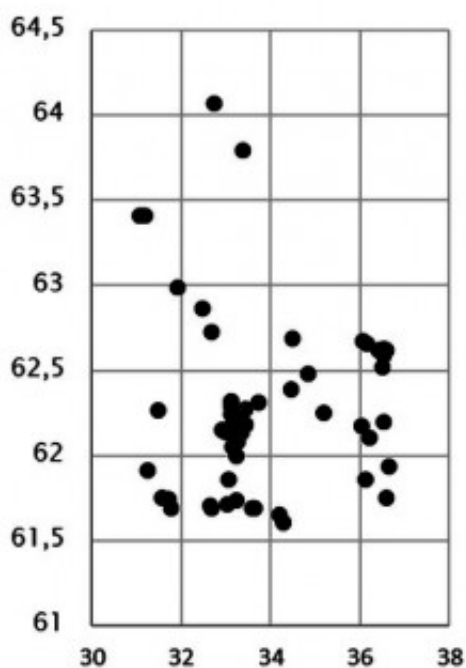


Рис. 8. Анализ пространственного распределения озер с максимальными глубинами 10 м и менее (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 8. Analysis of the spatial distribution of lakes with the maximum depth of 10 m and less (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

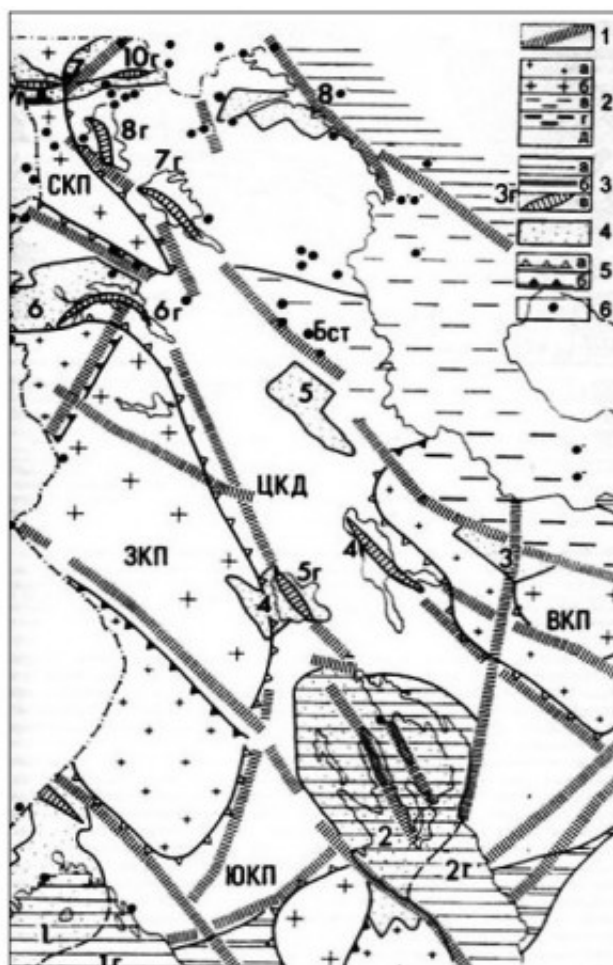


Рис. 9. Схема связи палеосейсмогенных структур с новейшим структурным планом (цит. по: Лукашов, 2004, с. 187). ЦКД – Центрально-Карельская зона дифференцированных движений

Fig 9. The scheme of the connection of paleoseismogenic structures with the latest structural plan (by: Lukashov, 2004, p. 187). CKD – Central-Karelian area of differentiated movements

Представители реликтовых ракообразных входят в состав глубоководного макробентоса Онежского озера. Доминирующим видом среди них является амфипода *Monoporeia affinis*, средняя численность и биомасса которой в профундали Онежского озера составляют соответственно 830 экз./м² и 1.1 г/м² (Полякова, 1999).

Представляло интерес рассмотреть связи между географическим положением глубоководных озер Карелии, где встречаются реликтовые ракообразные, и расположением наиболее глубоких районов Онежского озера с глубинами 40-104 м (рис. 10). Статистический анализ данных показал, что глубинные районы Онежского озера тесно связаны с осью расположения глубоких озер. Об этом свидетельствует максимальная абсолютная величина коэффициента корреляции (-0.93) между географическими координатами глубоких озер и глубоководных районов Онежского озера (рис. 11).

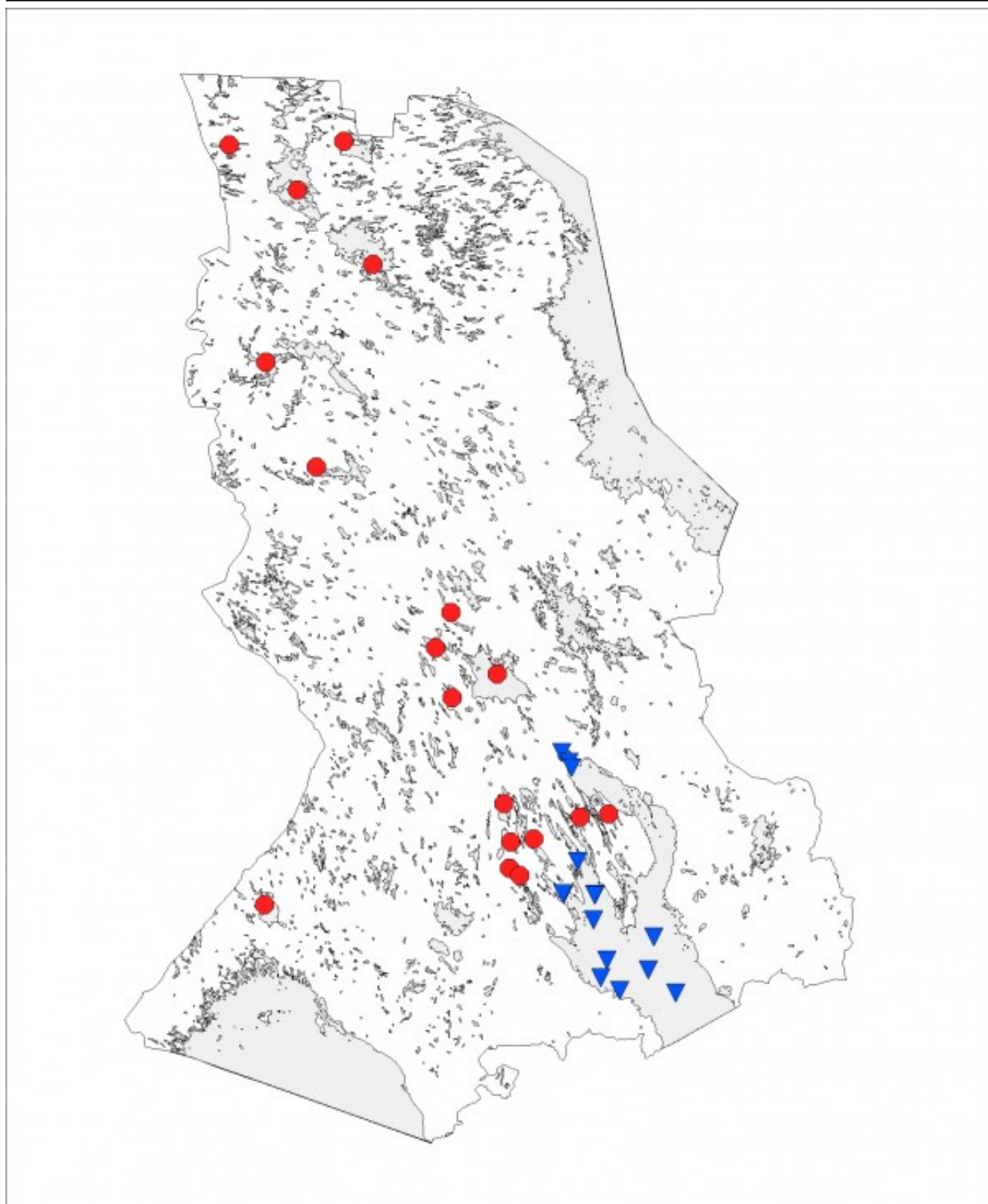


Рис. 10. Расположение на карте Карелии озер, в которых встречаются реликтовые ракообразные, с максимальными глубинами более 40 м, и наиболее глубоких участков Онежского озера
Fig 10. The distribution of lakes with a maximum depth of 40 m or more and the deepest areas of Lake Onego of Karelia where relict crustaceans were found

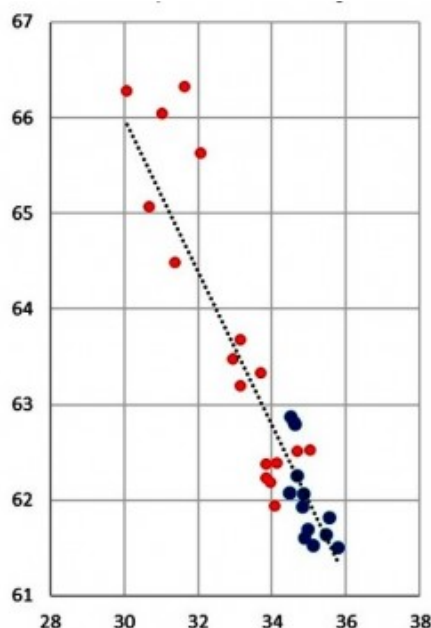


Рис. 11. Анализ пространственного распределения озер с максимальными глубинами более 40 м и наиболее глубоких участков Онежского озера (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 11. Analysis of the spatial distribution of lakes with a maximum depth of 40 m and more and the deepest areas of Lake Onego (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

Согласно данным А. Д. Лукашова (2004), северная глубокая часть Онежского озера приурочена к зоне активного разлома (см. рис. 9). Таким образом, наиболее глубокие озера Карелии и профундальные участки Онежского озера отражают существование геологических структур, связанных с тектоническими движениями земной коры.

Для того, чтобы выполнить оценку достоверности связей между характером расположения наиболее глубоких озер Карелии и Центрально-Карельской зоной разлома, с использованием ГИС-технологий (Коросов, Коросов, 2006), были реконструированы географические координаты линии ЦКД (см. рис. 9). Между показателями широты и долготы, отражающими ход линии ЦКД, было рассчитано уравнение регрессии:

$$Y = -0.982(\pm 0.0145) * X + 96.421(\pm 0.486), \quad (1)$$

где Y – значения широты, X – значения долготы.

Такое же уравнение было рассчитано для оси, вдоль которой располагаются наиболее глубокие озера Карелии (с максимальными глубинами более 40 м):

$$Y = -0.9523(\pm 0.116) * X + 95.091(\pm 3.822). \quad (2)$$

Различия между коэффициентами в этих уравнениях, соответственно, между свободными членами (96.421 и 95.091) и коэффициентами при аргументе (-0.982 и -0.952) недостоверны (при уровне значимости $p = 0.05$).

На рис. 12 представлено расположение наиболее глубоких озер Карелии, а также линий регрессии, рассчитанных согласно уравнениям (1) и (2).

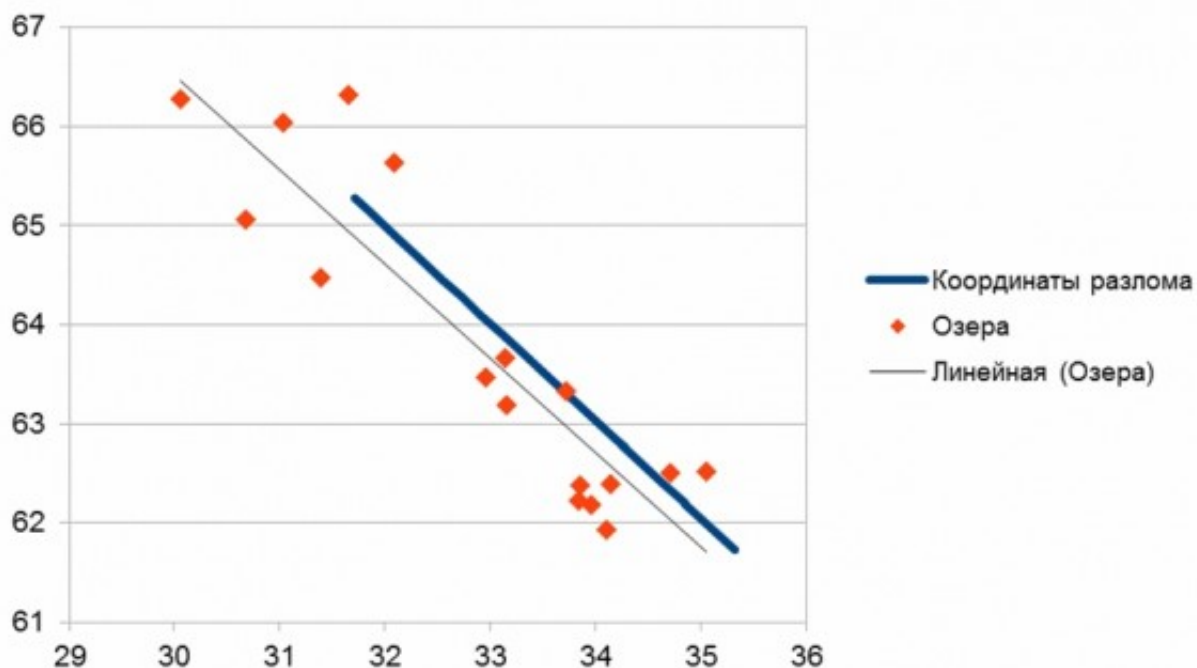


Рис. 12. Расположение наиболее глубоких озерах Карелии (точки) и линий регрессии, рассчитанных согласно уравнениям (1), жирная синяя линия; (2), тонкая черная линия (по оси абсцисс – долгота; по оси ординат – широта)

Fig 12. The distribution of the deepest lakes of Karelia (points) and the regression lines, calculated according to equations (1) - bold blue line; (2) - thin black line; (on the horizontal axis – longitude, the vertical axis – latitude)

Таким образом, статистический анализ позволил получить доказательства достоверной связи между линией, вдоль которой расположены самые глубокие озера Карелии, и Центрально-Карельской зоной разлома.

Показатели развития реликтовых ракообразных в разных озерах Карелии заметно различаются. В основном большинстве озер показатели численности и биомассы невысокие и варьируют, соответственно, в пределах 22–703 экз./м² и 0.066–0.925 г/м² (табл. 1). Лишь в отдельных озерах (например, Путкозеро, Пертозеро и Мунозеро) показатели развития реликтовых рачков достигают высоких (более чем на порядок) значений: численность 1082–5240 экз./м² и биомасса 3.016–7.886 г/м².

Таблица 1. Максимальная глубина, сумма ионов, показатели численности и биомассы реликтовых рачков в озерах Карелии

Озеро	Максимальная глубина, м	Сумма ионов, мг/л	Численность реликтовых рачков, экз./м ²	Биомасса реликтовых рачков, г/м ²
Пяозеро*	49	27.3	703	0.925
Путкозеро*	42	86.2	5240	7.886
Маслозеро*	75	21.1	559	0.828
Пюхярви*	26	36.1	33	0.089
Сегозеро*	103	19.1	22	0.066
Ладмозеро*	52	46.7	118	0.217
Пертозеро**	40	74.4	1082	-
Мунозеро*	50	97.8	1085	3.016

Примечание: * – данные по реликтовым ракообразным (Калинкина и др., 2015); ** – данные по численности *Monoporeia affinis* для оз. Пертозеро (Герд, 1949); прочерк – нет данных.

Наблюдаемые различия в показателях развития реликтовых ракообразных связаны с разной минерализацией воды в озерах. Наибольшие численность и биомасса наблюдаются в озерах Путкозеро, Пертозеро и Мунозеро, где минерализация воды достигает 74.4–97.8 мг/л. В других озерах минерализация составляет всего 19.1–46.7 мг/л и показатели реликтовой фауны здесь наименьшие (см.

табл. 1).

Повышенная минерализация воды в озерах Пертозеро и Мунозеро связана с особенностями питающих эти водоемы подземных вод в пределах Онежской структуры. Высокая минерализация подземных вод определяет соответствующие показатели воды озер (Старцев, 1991). Повышенные значения суммы ионов в воде оз. Путкозеро объясняются геологическими особенностями Заонежского полуострова (где находится этот водоем) и, главным образом, наличием карбонатных пород (Лозовик и др., 2005). Следовательно, низкая минерализация воды в большинстве глубоких озер Карелии (в том числе в Онежском озере) лимитирует развитие реликтовых ракообразных, что указывает на незавершенность процессов адаптации реликтовых ракообразных морского происхождения к условиям существования в ультрапресных водоемах Фенноскандии.

Обсуждение

Наиболее глубоководные озера Карелии располагаются в северной ее части, формируя четко выраженную зону северо-западного простирания. Установлено, что ось, вдоль которой располагаются наиболее глубокие озера, совпадает с Центрально-Карельской зоной разломов. На дне глубоководных озер обитают представители реликтовой фауны, проникшие в водоемы Карелии из приледниковых озер около 10000–12000 лет назад. Происхождение реликтовых ракообразных, связанное с арктическими морями (за исключением вида *Pallasea quadrispinosa*, имеющего пресноводное происхождение), обусловило особенности оптимумов их обитания: низкие значения температуры и повышенное содержание в воде солей. Таким образом, существование реликтовых ракообразных в водоемах Карелии ограничено температурным фактором и минерализацией воды.

Заключение

1. Анализ распределения на территории Карелии глубоководных озер показал, что их расположение приурочено к Центрально-Карельской зоне активных разломов, которая имеет северо-западное простирание. Получены статистические доказательства достоверности связи между зоной расположения глубоководных озер и Центрально-Карельской зоной разломов.
2. Встречаемость в глубоких озерах Карелии реликтовых ракообразных объясняется низкой температурой придонных слоев воды в летний период.
3. Наибольшие показатели численности и биомассы реликтовых ракообразных наблюдаются в озерах с максимальной минерализацией воды (70–100 мг/л).

Библиография

- Виноградов Г. А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных [Processes of ion regulation in freshwater fish and invertebrates]. М.: Наука, 2000. 216 с.
- Герд С. В. Биоценозы бентоса больших озер Карелии [Benthos biocenosis of large lakes of Karelia]. Петрозаводск: Изд-во Карело-Финского госуниверситета, 1949. 197 с.
- Гордеев О. Н. Высшие ракообразные озер Карелии [Crustaceans of Karelian lakes] // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л.: Наука, 1965. С. 153–171.
- Ивантер Э. В., Коросов А. В. Основы биометрии: введение в статистический анализ биологических явлений и процессов [Fundamentals of biometrics: introduction to the statistical analysis of biological phenomena and processes]. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1992. 168 с.
- Калинкина Н. М., Сярки М. Т., Рябинкин А. В., Шелехова Т. С. Абиотические факторы развития биоты в водоемах Карелии [Abiotic factors of biota development in water bodies of Karelia] // Моря, озера и трансграничные водосборы России, Финляндии и Эстонии: Лекции научных сотрудников, преподавателей и молодых ученых для вузов (по докладам Международной молодежной школы-конференции). Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2015. С. 56–74.
- Кауфман З. С. Некоторые вопросы формирования фауны Онежского и Ладожского озер [Some questions of formation of Onego and Ladoga lakes fauna] // Труды КарНЦ РАН. Водные проблемы Севера и пути их решения. 2011. № 4. С. 64–76.

Калинкина Н. М. Распространение реликтовых ракообразных в глубоководных озерах Карелии в связи с геологическими особенностями региона // Принципы экологии. 2015. № 2. С. 38–54. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4124

Коросов А. В., Коросов А. А. Техника ведения ГИС: Приложение в экологии [Techniques of GIS application in ecology]. Петрозаводск, 2006. 186 с.

Куликова Т. П. Зоопланктон [Zooplankton] // Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. С. 51–53.

Лозовик П. А., Басов М. И., Зобков М. Б. Поверхностные воды Заонежского полуострова. Химический состав воды [Surface water of Zaonezhskoe Peninsula. Water chemistry] // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2005. С. 35–46.

Лозовик П. А., Сабылина А. В., Рыжаков А. В. Химический состав озерных вод [The chemical composition of lake water] // Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. С. 30–36.

Лукашов А. Д. Геодинамика новейшего времени [Geodynamics of modern times] // Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления / Под ред. Н. В. Шарова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. С. 150–192.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция [Guidelines for the collection and estimation of materials in hydrobiological studies in freshwater. Zoobenthos and its products]. Л., 1984. 52 с.

Озера Карелии. Справочник [Lakes of Karelia. Handbook] / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 464 с.

Полякова Т. Н. Донные ценозы в условиях антропогенного эвтрофирования [Bottom cenoses under anthropogenic eutrophication] // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 211–227.

Рябинкин А. В., Полякова Т. Н. Макрозообентос [Macrozoobenthos] // Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. С. 54–55.

Рябинкин А. В., Полякова Т. Н., Павловский С. А. Макрозообентос водоемов охраняемых природных территорий [Macrozoobenthos of water bodies of protected areas] // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2003. С. 201–207.

Старцев Н. С. Гидрогеологические условия и подземный сток [Hydrogeological conditions and groundwater runoff] // Поверхностные воды озерно-речной системы Шуи в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Карелия, 1991. С. 12–18.

Сущеня Л. М., Семенченко В. П., Вежновец В. В. Биология и продукция ледниковых реликтовых ракообразных [Biology and products of glacial relict crustaceans]. Минск: Наука и техника, 1986. 160 с.

Тахтеев В. В. Очерки о бокоплавах озера Байкал (систематика, сравнительная экология, эволюция) [Essays on amphipods of Lake Baikal. Taxonomy, comparative ecology, evolution]. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. 355 с.

Филатов Н. Н., Литвиненко А. В., Потахин М. С. Гидрографические особенности водоемов [Hydrographic features of water bodies] // Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. С. 15–21.

Благодарности

Выражаю глубокую благодарность Т. С. Шелеховой за ценные консультации по вопросам геологического строения карельского региона; А. А. Коросову, который выполнил реконструкцию географических координат Центрально-Карельской зоны активных разломов, а также М. Т. Сярки за

помощь при подготовке иллюстраций (карт Карелии) к статье.

Distribution of relic crustaceans in the deep lakes of Karelia in connection with geological features of the region

**KALINKINA
Nataliya**

*Northern Water Problems Institute, KRC RAN,
kalina@nwpi.krc.karelia.ru*

Keywords:

Karelia
deep lakes
relic crustaceans
tectonics
active faults
water mineralization.

Summary:

The geographical location of deep-water lakes in Karelia was analyzed using the correlation and regression analysis methods. It was shown that the position of lakes is confined to the Central Karelian zone of active faults extending to the northwest. The connection between the deep-water lakes location and Central Karelian fault zone was confirmed statistically. In deep lakes of Karelia there exist relic crustaceans, that is associated with low temperature in bottom water layers in the summer. The greatest abundance and biomass of relict crustaceans occur in lakes with maximum mineralization (70-100 mg/l). Low mineralization of water (less than 47 mg / l) is the factor limiting the development of relict crustaceans in the lakes of Karelia.

References

- Vinogradov G. A. Processes of ion regulation in freshwater fish and invertebrates. M.: Nauka, 2000. 216 p.
- Gerd S. V. Benthos biocenosis of large lakes of Karelia. Petrozavodsk: Izd-vo Karelo-Finskogo gosuniversiteta, 1949. 197 p.
- Gordeev O. N. Crustaceans of Karelian lakes, Fauna ozer Karelii. Bespozvonochnye. M.; L.: Nauka, 1965. P. 153–171.
- Ivanter E. V. Korosov A. V. Fundamentals of biometrics: introduction to the statistical analysis of biological phenomena and processes. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 1992. 168 p.
- Kalinkina N. M. Syarki M. T. Ryabinkin A. V. Shelehova T. S. Abiotic factors of biota development in water bodies of Karelia, Morya, ozera i transgranichnye vodosbory Rossii, Finlyandii i Estonii: Lekcii nauchnykh sotrudnikov, prepodavateley i molodykh uchenykh dlya vuzov (po dokladam Mezhdunarodnoy molodezhnoy shkoly-konferencii). Petrozavodsk: Izd-vo KarNC RAN, 2015. P. 56–74.
- Kaufman Z. S. Some questions of formation of Onego and Ladoga lakes fauna, Trudy KarNC RAN. Vodnye problemy Severa i puti ih resheniya. 2011. No. 4. P. 64–76.
- Korosov A. V. Korosov A. A. Techniques of GIS application in ecology. Petrozavodsk, 2006. 186 p.
- Kulikova T. P. Zooplankton, Ozera Karelii. Spravochnik, Pod red. N. N. Filatova, V. I. Kuhareva. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2013. P. 51–53.
- Lozovik P. A. Basov M. I. Zobkov M. B. Surface water of Zaonezhskoe Peninsula. Water chemistry, Ekologicheskie problemy osvoeniya mestorozhdeniya Srednyaya Padma. Petrozavodsk: Izd-vo KarNC RAN, 2005. P. 35–46.
- Lozovik P. A. Sabylina A. V. Ryzhakov A. V. The chemical composition of lake water, Ozera Karelii. Spravochnik, Pod red. N. N. Filatova, V. I. Kuhareva. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2013. P. 30–36.
- Lukashov A. D. Geodynamics of modern times, Glubinnoe stroenie i seysmichnost' Karel'skogo regiona i ego obramleniya, Pod red. N. V. Sharova. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2004. P. 150–192.

Guidelines for the collection and estimation of materials in hydrobiological studies in freshwater. Zoobenthos and its products. L., 1984. 52 p.

Lakes of Karelia. Handbook, Pod red. N. N. Filatova, V. I. Kuhareva. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2013. 464 p.

Polyakova T. N. Bottom cenoses under anthropogenic eutrophication, Onezhskoe ozero. *Ekologicheskie problemy*. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 1999. P. 211–227.

Ryabinkin A. V. Polyakova T. N. Macrozoobenthos, Oзера Karelii. *Spravochnik*, Pod red. N. N. Filatova, V. I. Kuhareva. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2013. P. 54–55.

Ryabinkin A. V. Polyakova T. N. Pavlovskiy S. A. Macrozoobenthos of water bodies of protected areas, Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobschestva, vidy. Petrozavodsk: Izd-vo KarNC RAN, 2003. P. 201–207.

Starcev N. S. Hydrogeological conditions and groundwater runoff, Poverhnostnye vody ozerno-rechnoy sistemy Shui v usloviyah antropogennogo vozdeystviya. Petrozavodsk: Kareliya, 1991. P. 12–18.

Suschenya L. M. Semenchenco V. P. Vezhnovec V. V. Biology and products of glacial relict crustaceans. Minsk: Nauka i tehnika, 1986. 160 p.

Tahteev V. V. Essays on amphipods of Lake Baikal. Taxonomy, comparative ecology, evolution. Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 2000. 355 p.

Filatov N. N. Litvinenko A. V. Potahin M. S. Hydrographic features of water bodies, Oзера Karelii. *Spravochnik*, Pod red. N. N. Filatova, V. I. Kuhareva. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2013. P. 15–21.