

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ



Двадцатая международная конференция

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА
(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды,
потенциально опасных явлений и объектов)»

Использование спутниковой информации и ГИС-технологий для анализа распространения наледей

Аюржанаев Александр Андреевич (1,2),

Черных В.Н.(1), Жарникова М.А.(1), Содномов Б.В.(1), Гармаев Е.Ж.(1), Шихов А.Н.(3)

(1) Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

(2) Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
Улан-Удэ, Россия

(3) Пермский государственный национально-исследовательский университет,
Пермь, Россия

Улан-Удэ – Москва

17.11.2022

Вопросы изучения наледных процессов являются актуальными для Забайкалья (особенно Западного Забайкалья) и, в особенности, для бассейна р. Селенги, поскольку данный район мало исследован в этом отношении [1, 2].

Целью работы является картографирование наледей и выявление особенностей их распределения на примере водосборного бассейна одного из основных притоков р. Селенга



1. Ensom T, Makarieva O, Morse P, Kane D, Alekseev V, Marsh P. The distribution and dynamics of aufeis in permafrost regions. *Permafrost and Periglac Process*. 2020;1–13.

<https://doi.org/10.1002/ppp.2051>

2. Шестернев Д.М. , Верхотуров А.Г. Наледи Забайкалья / Чита: ЧитГУ, 2006. 217 с.

Территория исследования



Бассейн р. Чикой является трансграничным объектом и располагается на территории России в пределах Республики Бурятия и Забайкальского края и на территории Монголии – в аймаках Сэлэнгэ, Тув, Хэнтий. Площадь бассейна составляет 46200 км². Рельеф территории преимущественно горный, сильно расчлененный, с высотами от 500 до 2600 м.

Материалы и методы

Спутниковые данные и выделение наледей

- Снимки спутника Landsat-8: p130/r25 от 28.04.2019, p129/r25 от 21.04.2019, p132/r25 от 10.04.2019, p131/r26 от 03.04.2019, где p и r – колонка и ряд снимка. Контуры наледей выделены методом ручной оцифровки спутниковых изображений, представленных в спектральном синтезе средний ИК – ближний ИК – красный.

Картографические материалы и рельеф

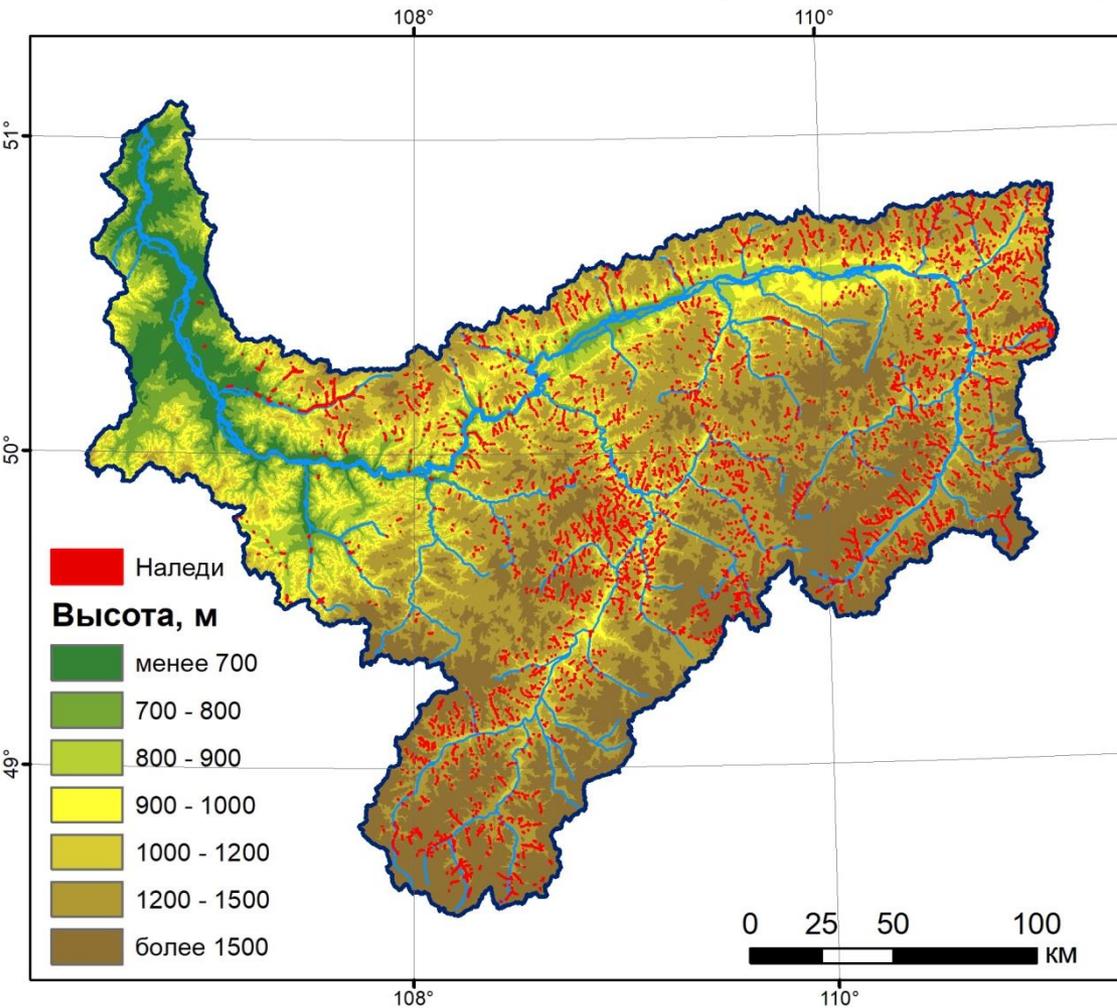
- Карты «Геоморфологическая карта», «Лесистость», «Почвы», «Почвенно-экологическое районирование», «Геосистемы», «Мерзлотное районирование», «Естественные ресурсы подземных вод» из «*Экологического атласа бассейна озера Байкал*». Иркутск, Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2015. 145 с.
- База данных климатических параметров WorldClim 2.0, а именно значения среднегодовых температур и сумм осадков, усредненных за период 1970-2000 гг. с пространственным разрешением 30" (около 1 км). Показано, что для бассейна р. Селенга использование WorldClim правомочно. (Гармаев Е.Ж., Пьянков С.В., Шихов А.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Абдуллин Р.К., Цыдыпов Б.З., Андреев С.Г., Черных В.Н. *Картографирование современных изменений климата в бассейне реки Селенга // Метеорология и гидрология. 2022. № 2. С. 62–74*)
- Цифровая модель рельефа (ЦМР) HydroSHEDS (продукт Void-filled DEM 3s), на базе SRTM.

Наледность (относительная наледность, коэффициент наледности территории) рассчитывается как отношение площади наледей к площади изучаемого района/зоны

Программное обеспечение

- ArcGIS

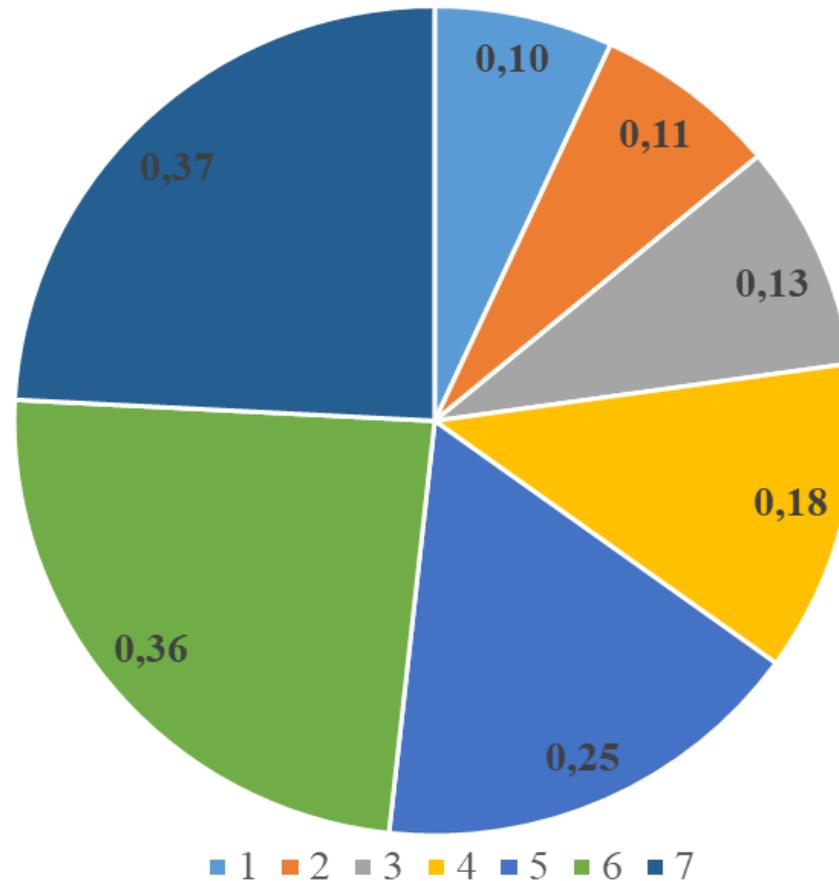
Результаты и обсуждение



В 2019 г. бассейне р. Чикой обнаружено **6219** наледей общей площадью около **140000 тыс. м²**. Площадь крупнейшей выделенной наледи составляет **671 тыс. м²**. Средняя и медианная площадь – **22,16** и **12,86 тыс. м²** соответственно, мода равна **10,24 тыс. м²**, асимметрия – **7,2**, эксцесс – **90,8**, стандартное отклонение – **32,9 тыс. м²**. Согласно классификации наледей по размерам более **97 %** объектов относятся к средним и большим наледям. Оставшаяся доля приходится на очень большие. Гигантские отсутствуют.

Классификация	Площадь (тыс. м ²)	Количество
Очень малые	< 0,1	0
Малые	0,1-1	0
Средние	1-10	2477
Большие	10-100	3644
Очень большие	100-1000	155
Гигантские	> 1000	0

Результаты и обсуждение



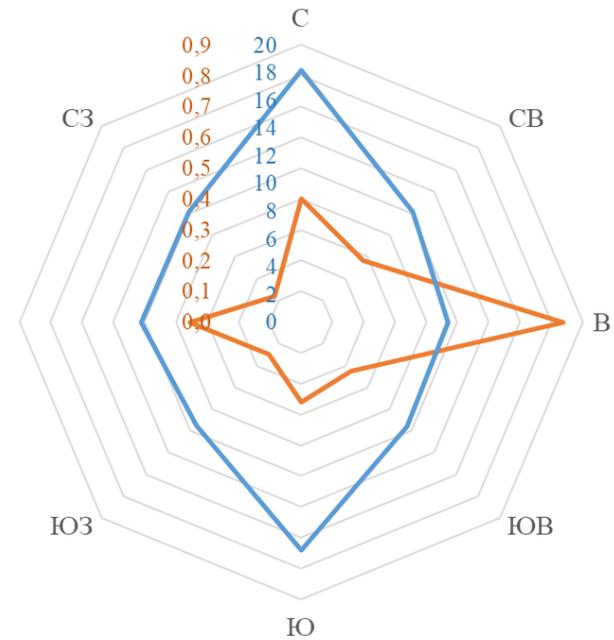
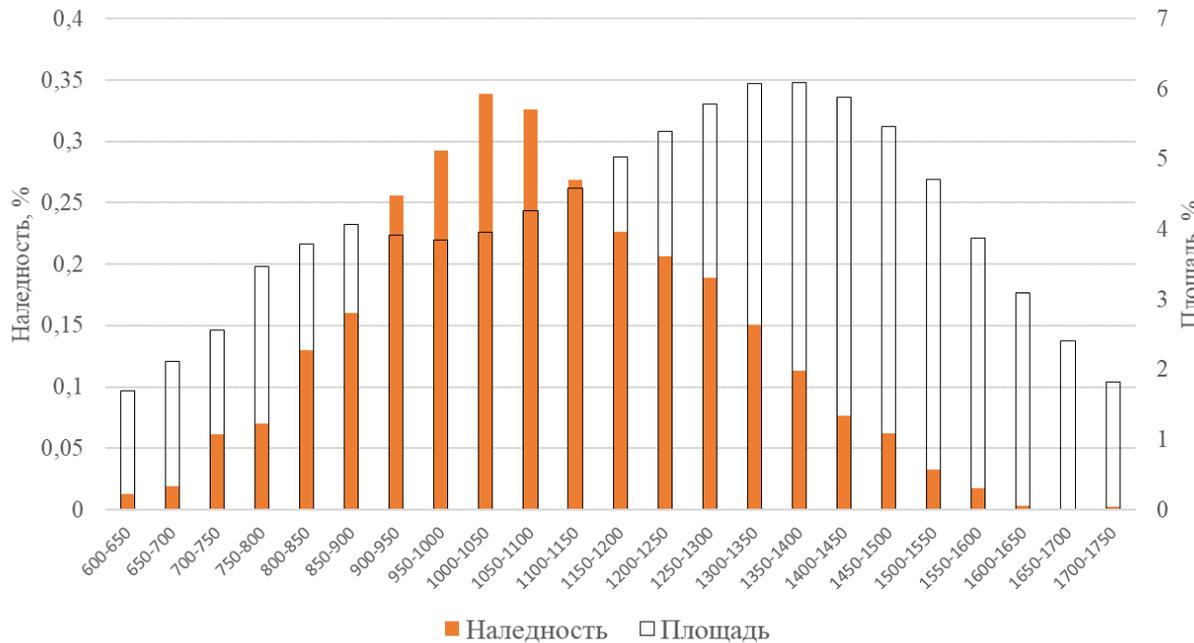
В зоне сплошной и прерывистой мерзлоты наледность составляет 0,41 %, в островной – 0,29 %.

Наледность в бассейне р. Чикой по основным водоносным комплексам:

1 – трещинные кайнозойских базальтов, 2 – трещинные и трещинно-карстовые протерозойских пород, 3 – трещинные докайнозойских эффузивных пород, 4 – порово-пластовые и трещинно-пластовые мезозойских осадочных отложений, 5 – порово-пластовые рыхлых кайнозойских отложений, 6 – трещинные интрузивных пород, 7 – пластово-трещинные и трещинно-пластовые осадочно-метаморфических кембрийских пород

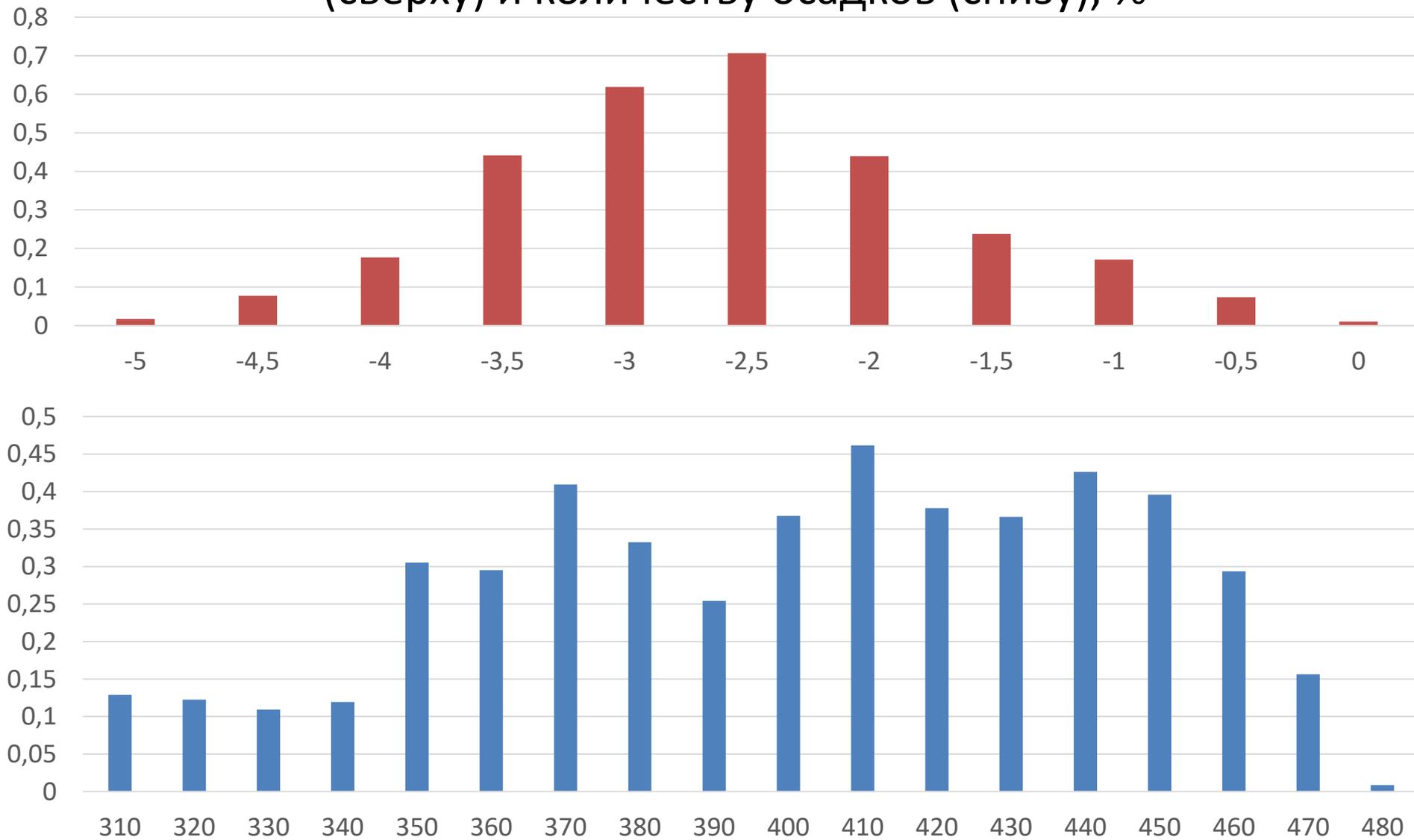
Результаты и обсуждение

Распределение наледности и площади бассейна по высотам местности (слева) и экспозиции склонов (справа), %



Результаты и обсуждение

Распределение наледности по среднегодовой температуре (сверху) и количеству осадков (снизу), %

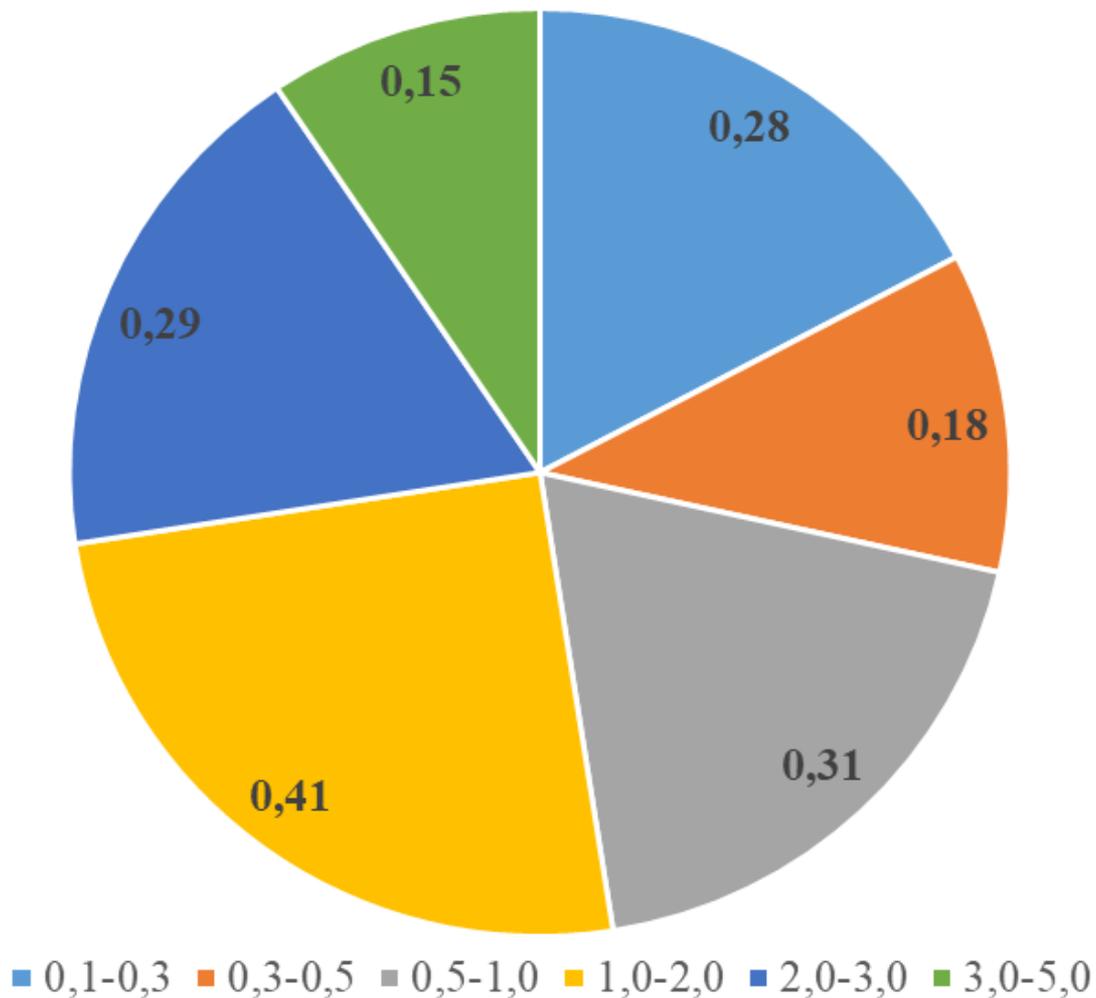


Результаты и обсуждение

Наледность в бассейне р. Чикой по морфоскульптурным элементам



Результаты и обсуждение



Наледность в бассейне р. Чикой по ресурсам подземных вод (в среднемноголетних модулях подземного стока, л/с км²)

Алексеев В.Р., Макарьева О.М., Нестерова Н.В., Землянскова А.А., Шихов А.Н., Осташов А.А. Наледи-тарыны Северо-Востока России по историческим данным // Арктика и Антарктика. 2021. № 4. С. 75–118.

Результаты и выводы

1. Создан первый ГИС-каталог наледей в бассейне р. Чикой – основного притока р. Селенга. В 2019 г. выявлено более 6000 наледей с преобладанием средних и больших.
2. Распространение трещинных пород способствует образованию наледей с подземным питанием.
3. Наибольшая наледность наблюдается на высотах 900-1200 м н.у.м. на склонах восточной экспозиции с расчлененным рельефом, где среднегодовая температура составляет $-2,5...-3,0$ °С, количество осадков – 380 мм.
4. Полученные данные могут стать основой для оценки ресурсов подземных вод.

Дальнейшие исследования

1. Создание каталога наледей в бассейне оз. Байкал.
2. Оценка межгодовой динамики и миграции наледей по самым длительным рядам наблюдений – Landsat.
3. Изучение влияния наледей на весенний сток малых рек.
4. и др.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Наледь в с. Бурнашево, Республика Бурятия
31 марта 2022 г.



Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Жарникова М.А., Содномов Б.В., Шихов А.Н., Цыдыпов Б.З.,
Гармаев Е.Ж., Пьянков С.В. Картографирование наледей в трансграничном бассейне р. Чикой //
Географический вестник = Geographical bulletin. 2022. № 3(62). С. 169–179. doi: 10.17072/2079-
7877-2022-3-169-179

Работа выполнена в рамках Государственного задания БИП СО РАН (AAAA-A21-121011990023-1).