

УДК 551.345 (571.54)

ПРОГНОЗ НАЛЕДНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ И РУЧЬЯХ В МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИНАХ ХРЕБТА ЦАГАН-ДАБАН

Работа выполнена при поддержке гранта БГУ

© **Черных Владимир Николаевич**

старший преподаватель,
Бурятский государственный университет
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: geosibir@yandex.ru

© **Спиридонов Егор Вячеславович**

магистрант, Бурятский государственный университет
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: egorspiridonov@bk.ru

© **Мансурова Оксана Зуфаровна**

магистрант, Иркутский государственный университет
E-mail: oksana1993@mail.ru

© **Константинова Елена Александровна**

студентка, Московский авиационный институт
E-mail: helen_uk2000@yandex.ru

В статье рассматриваются возможности прогнозирования интенсивности развития наледей на малых реках в межгорных котловинах хребта Цаган-Дабан на основе определения зависимости их морфометрических характеристик от основных гидро-термических факторов. Проводится ретроспективный анализ развития наледей в пределах рассматриваемой территории за последние 20 лет с выявлением направленности климатических изменений.

Ключевые слова: наледи, экосистемы, осадки, температура воздуха, подземные воды, космические снимки.

Образование наледей на малых реках в областях распространения многолетней мерзлоты в условиях резко-континентального климата происходит ежегодно в холодный период. В межгорных котловинах хребта Цаган-Дабан наледееобразование начинается в декабре и заканчивается в апреле. Наледи образуются по всем постоянным водотокам в горной лесной части территории и в остепненных долинах рек. Таяние происходит с апреля по май, в лесной части до середины июня.

Наледи играют важную роль в функционировании экосистем территории, обеспечивая сток рек в засушливый весенний период и начале лета, благодаря замедленному таянию ледяных масс, накопленных в зимнее время. От интенсивности наледееобразования в холодный период года зависит сток малых рек территории. С наледями связаны экологические риски возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера, так как при чрезмерном развитии они подтапливают населенные пункты и объекты инфраструктуры в пределах рассматриваемой территории.

мой территории в 3-х районах Республики Бурятия (Тарбагатайский, Заиграевский, Мухоршибирский), из-за чего под угрозой стихии оказываются около 5 тыс. человек. С другой стороны, при недостаточных запасах льда в наледях весной ограничен сток рек, в результате чего возникает дефицит воды в сельском хозяйстве. Финансирование мероприятий по защите от наледных угроз закладываются в бюджеты муниципальных образований, поэтому мониторинг и прогноз интенсивности наледообразования является актуальным не только с точки зрения характеристики природы явления, но и для экономики, а также в целях обеспечения безопасности жизнедеятельности населения.

Прогноз интенсивности наледообразования основан на установлении зависимости морфометрических характеристик наледей от гидрометеорологических показателей. В основу исследования положено представление о том, что основным источником формирования наледей являются подземные воды инфильтрационного происхождения. Согласно карте гидрогеологического районирования Бурятской АССР [2] исследуемая территория относится к Цаган-Дабанскому бассейну трещинных вод, запасы которых формируются благодаря инфильтрации, поэтому для проведения исследования использовались данные по количеству осадков. С целью более детального анализа привлекались данные по температурам воздуха и мощности снежного покрова.

Исследование проводилось в несколько этапов с применением данных космической съемки спутниковой системы Landsat и результатов полевых маршрутных наблюдений. На первом этапе на основе топографических карт и космических снимков восстанавливалась гидрографическая сеть исследуемой территории (хребет Цаган-Дабан с отрогами и межгорными котловинами). Для относительно небольшого района, где среди постоянных водотоков преобладают малые реки и ручьи, установление состояния гидросети сталкивается с рядом трудностей. Во-первых, на топографических картах, имеющих в свободном доступе, состояние местности соответствует периоду съемки (1958 г) и часть обозначенных водотоков на сегодняшний день уже пересохла, либо их протяженность сильно сократилась. Во-вторых, по космическим снимкам, разрешения до 15 м на точку, трудно дешифровать водотоки с расходом воды менее 1 м³/с. В связи с этим, картометрические работы и дешифрирование космических снимков дополнялись маршрутными полевыми исследованиями.

Работы, проводимые с 2013 года, позволили установить современное состояние гидрографической сети территории (табл.1). При подсчетах учитывались водотоки, большую часть года, впадающие в другой водоток (водоем) и имеющие постоянное течение, протяженность более 1 км. Водотоки, истоки которых расположены в хребте Цаган-Дабан, его отрогах и межгорных котловинах, относятся к бассейнам рек Селенга, Уда и Тугнуй. Эти реки являются основными принимающими водотоками. Согласно общепринятой классификации притоков все рассматриваемые малые реки и ручьи поделены на порядки. Результаты подсчета представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что среди постоянных водотоков по количеству преобладают притоки IV порядка и ниже. С ними связано образование наледей в лесной части рассматриваемой территории.

Таблица 1

Характеристика гидрографической сети исследуемой территории

| Порядок водотока | Главные реки | | | Всего |
|------------------|--------------|-----|--------|-------|
| | Селенга | Уда | Тугнуй | |
| I | 2 | 7 | 5 | 14 |
| II | 9 | 15 | 2 | 26 |
| III | 6 | 24 | 3 | 33 |
| IV и ниже | 4 | 65 | 3 | 72 |
| Всего | 21 | 111 | 13 | 145 |

На втором этапе проводился ретроспективный анализ наледообразования на основе изучения разновременных мультиспектральных космических снимков системы Landsat. Для выявления изменений площадных и количественных характеристик наледей подбирались космические снимки Landsat 4-5, Landsat 8 за период с 1997 по 2017 год. На основе композитов собранных с использованием ENVI 4.8 составлены схемы распространения наледей на изучаемых водотоках. В полевых условиях полустационарными наблюдениями изучались отдельные наледи в долине реки Куналейка (приток реки Селенга II-го порядка). С 2012 по 2017 год на четырех наледях проводились замеры площадей и подсчет запасов льда по стандартным методикам [1].

Установлено, что на 145 водотоках исследуемой территории в 1997 году насчитывалось 595 малых и средних наледей, площадью от 0,1 км² до 5 км². По снимкам 2017 года дешифрируется всего 209 объектов. Количество наледей за прошедшие 20 лет сократилось в 2,8 раз, уменьшились их площади и запасы льда. Подобное сокращение связано с продолжительной засухой, наблюдающейся в Забайкалье в последние годы [3], что подтверждает зависимость интенсивности наледообразования от метеорологических факторов.

На третьем этапе подбирались и анализировались метеорологические данные по количеству осадков и температурам воздуха за период с 1997 по 2017 гг с МС «Тарбагатай». Проведена корреляция указанных гидротермических показателей с площадными характеристиками постоянных (образующихся ежегодно в одних и тех же местах) наледей, которая представлена на рисунке 1.

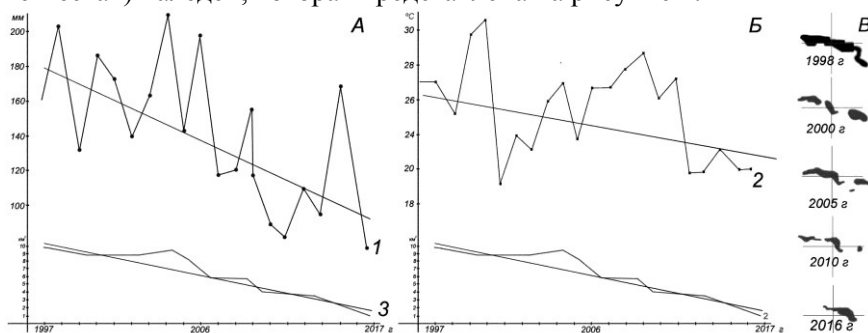


Рис. 1. Зависимость интенсивности наледообразования на малых реках (бассейн реки Куйтунка) от гидрометеорологических характеристик: А — зависимость площадей наледей от осадков теплого периода; Б — сравнение интенсивности наледообразования с температурами холодного периода года; В — динамика наледи на ключевом участке в долине реки Куналейка (шаг сетки 1 км).

В результате проведенного исследования разработана схема прогноза интенсивности наледеобразования, применимая для малых рек центральной части Селенгинского среднегорья, опирающаяся на следующие основные положения:

1. Интенсивность наледеобразования в наибольшей степени зависит от осадков теплого периода года.

2. Чрезвычайные ситуации, связанные с подтоплением населенных пунктов наледями возможны при сумме осадков теплого времени года более 200 мм, при повторяемости указанных экстремальных значений более 3 лет подряд;

3. Низкие температуры воздуха в холодный период года определяют время начала наледеобразования на малых реках, при этом на морфометрические показатели наледей значительного влияния не оказывают. Можно предположить, что длительные понижения температуры воздуха ниже отметки в 30°C , вызывающие промерзание грунтов до глубины свыше 3, приводят к последующим излиянием подземных вод с более глубоких водоносных горизонтов в рыхлых отложениях в пойменных частях речных долин.

4. Мощность снежного покрова влияет на условия промерзания грунтов, оказывая косвенное влияние на условия наледеобразования. При глубине снега в долинах рек более 60 см промерзание грунтов происходит на небольшую глубину, в результате чего излияния на поверхность подземных вод с глубин более 3 м не происходит.

5. Наиболее опасно сочетание гидротермических факторов, которое неизбежно приведет к подтоплению населенных пунктов это большое количество осадков с повторяемостью 3 года подряд с суммарными летними осадками выше 200 мм и температурами ниже 30°C в январе-феврале при мощности снежного покрова в пойменных частях речных долин менее 60 см.

6. Интенсивное развитие отдельных наледей при незначительном количестве осадков в теплое время года (менее 150 мм) связано с высокими температурами воздуха в теплый период года, что вызывает таяние очагов многолетней мерзлоты в долинах водотоков и пополнение за счет этого подземных вод.

7. Чрезвычайные ситуации, связанные с потерей стока малых рек в засушливый период в конце весны — начале лета возникают при сокращении осадков теплого времени года ниже отметки 100 мм с повторяемостью не менее 3 лет подряд.

Разработанная схема прогноза интенсивности развития наледей позволяет прогнозировать возникновение наледных угроз для населенных пунктов в долинах малых рек Цаган-Дабана в октябре-ноябре, что весьма важно с точки зрения превентивных мер по защите населения от чрезвычайных ситуации. Схема имеет практическое значение и может быть использована органами муниципальной власти Тарбагатайского, Заиграевского и Мухоршибирского районов Республики Бурятия. Так, на сегодняшний день можно утверждать, что в зимний период и весной 2018 года интенсивного развития наледей на указанной территории не ожидается. В весенний период по окончании половодья будет наблюдаться катастрофически низкий сток на малых реках, что повлечет за собой нехватку водных ресурсов для сельского хозяйства.

Литература

1. Баранов И.Я. Основные положения методики исследования наледей и инъекционных пучинных образований // Труды производства науно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве Госстроя СССР. — 1971. — с. 6-51
2. Гидрогеологическая карта Бурятской АССР. Министерство геологии СССР. ВСЕГИНГЕО. Под ред. А.И. Ефремова. 1966.
3. Многолетние колебания стока рек в бассейне р. Селенги / Н.Л. Фролова, П.А. Белякова, В.Ю. Григорьев, А.А. Сазонов и др. // Водные ресурсы, 2017, том 44, № 3, с. 243-255

FORECAST OF GLOBAL PHENOMENA ON SMALL RIVERS AND LEADS IN INTERGROPEDED CATHEDRALS OF CAGAN-DABAN RIDGE

Vladimir N. Chernykh

senior lecturer of the Department of Ecology and Nature Management
of the Buryat State University
E-mail: geosibir@yandex.ru

Yegor V. Spiridonov

graduate student of the second year of training at the Faculty of Chemistry
of the Buryat State University
E-mail: egorspiridonov@bk.ru

Oksana Z. Mansurova

master student of the second year of training at the Irkutsk State University
E-mail: oksana1993@mail.ru

Elena A. Konstantinova

student of the Moscow Aviation Institute
E-mail: helen_uk2000@yandex.ru

The article of predicting the intensity of development of ice on small rivers in the intermontane basins of the Tsagan-Daban ridge is examined in the article on the basis of determining the dependence of their morphometric characteristics on the main hydrothermal factors. A retrospective analysis of the development of ice cover within the territory under consideration over the past 20 years is conducted with the identification of the direction of climate change.

Keywords: ice, ecosystems, precipitation, air temperature, groundwater, space images.