

Список литературы

1. Иллюстрированный атлас России. М. : Дайджест, 2005. 352 с.
2. Барановский Н. В. Модель прогноза и мониторинга лесной пожарной опасности // Экология и промышленность России. 2008. № 9. С. 59–61.
3. Кац А. Л., Гусев В. Л., Шабунина Т. А. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. М. : Гидрометеоиздат, 1975. 16 с.
4. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения. М. : Гослесбумага, 1949. 76 с.
5. Сверлова Л. И. Метод оценки пожарной опасности в лесах по условиям погоды с учетом поясов атмосферной засушливости и сезонов года. Хабаровск : ДВ УГМС, 2000. 46 с.
6. Шешуков М. А., Громыко С. А., Шведов А. Г. К оценке комплексного показателя пожарной опасности в лесу по условиям погоды // Охрана лесов от пожаров в современных условиях. Хабаровск : Изд. КПБ, 2002. С. 122–126.
7. Dowdy A. J., Mills G. A., Finkele K., de Groot W. Australian fire weather as represented by the McArthur Forest Fire Danger Index and the Canadian Forest Fire Weather Index / A. J. Dowdy, G. A. Mills, K. Finkele, W. de Groot // CAWCR Technical Report, 2009. N 10. 91 p.
8. Wotton M. B. Interpreting and using outputs from the Canadian Forest Fire Danger Rating System in research applications, Springer Science + Business Media, LLC, 2008. 25 p.

УДК 556.5

Обзор потенциально прорываоопасных озёр и последствия прохождения их паводков в районах холмов Тала и Ларсеманн (Восточная Антарктида)

А. С. Боронина (al.b.s@yandex.ru)¹

А. А. Четверова (a.chetverova@gmail.com)^{1,3}

С. В. Попов (sopov@yandex.ru)^{2,1}

Г. В. Пряхина (g65@mail.ru)¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

²Полярная морская геологоразведочная экспедиция, г. Санкт-Петербург

³Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Представлены исторические и современные данные и описания прорывов наледниковых и подпрудных озёр, расположенных в непосредственной близости от российской антарктической полевой базы Молодёжная, белорусской антарктической полевой базы Гора Вечерняя (холмы Тала) и российской антарктической станции Прогресс (холмы Ларсеманн). Описания нестабильности водных объектов основаны на обобщении изданных и неопубликованных материалов, таких как: фоновые материалы Федерального государственного бюджетного учреждения Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (г. Санкт-Петербург), научно-технических отчётах Советской антарктической экспедиции (сейчас Российская антарктическая экспедиция), информационных бюллетенях САЭ. Кроме того, представлены результаты наблюдений собственных полевых исследований, выполненных в 2017–2019 гг. в районах холмов Тала и Ларсеманн. Основной предпосылкой к обобщению данных послужил

тот факт, что прорывы озёр наносят значительный ущерб объектам инфраструктуры и логистическим операциям Российской антарктической экспедиции.

Ключевые слова: Восточная Антарктида, холмы Тала, холмы Ларсеманн, озёра антарктических оазисов, прорывные паводки.

Введение

Согласно современным представлениям, Антарктида перекрыта ледником более чем на 95 % [12]. Немногочисленные свободные участки отводятся под нунатаки, одинокими вершинами, возвышающимися над ледником, и оазисы, сравнительно пологие участки обнажений, занимающие территорию от нескольких десятков до нескольких тысяч квадратных километров. Всего в Антарктиде насчитывается 24 оазиса [7], однако, несмотря на свои относительно малые размеры, именно они всегда привлекали исследователей различных научных направлений. В силу удобства в плане логистического обеспечения и капитального строительства основная часть прибрежных станций, полевых баз и лагерей располагается именно в этих районах, что является дополнительным поводом и мотивацией для детального изучения природных процессов, присущих этим территориям.

Характерной особенностью оазисов является довольно развитая гидрографическая сеть, включающая в себя водоёмы, а также постоянные и временные водотоки. Именно по этой причине первое название, которое дали немецкие исследователи участкам свободным от льда, звучало как *Seenplatte*, что в переводе означает «озёрное плато» [7]. Таким образом, водоёмы являются характерными элементами ландшафта антарктических оазисов и прилегающих частей ледниковых покровов, а по генезису озёрных котловин подразделяются на тектонико-экзарационные, экзарационные, подпрудные, лагунные и наледниковые [6]. Водные объекты каждого из перечисленных типов обладают особым, характерным только для него, гидрологическим режимом. Однако с позиций обеспечения безопасности наиболее актуальными для изучения являются подпрудные и наледниковые озёра, т. е. те, которые имеют особенность периодически прорываться.

Первые упоминания о прорывных паводках на территориях антарктических оазисов упомянуты в фондовых материалах Федерального государственного бюджетного учреждения Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (г. Санкт-Петербург), научно-технических отчётах Советской антарктической экспедиции (сейчас Российская антарктическая экспедиция), инфор-

мационных бюллетенях САЭ, хотя носят разрозненный характер. Насколько известно авторам, обобщений в виде описаний исторических и современных прорывов озёр, а также типизации их по характерным особенностям и генезису отсутствуют. Поскольку прорывные паводки всегда наносили и продолжают наносить значительный ущерб объектам инфраструктуры, предлагаемая работа является первым шагом к обобщению потенциально прорываопасных водных объектов, расположенных в непосредственной близости от российских и зарубежных станций и полевых баз. Ввиду ограниченного объёма публикации, предлагается уделить повышенное внимание районам Земли Эндерби и холмов Ларсеманн в силу того, что именно здесь осуществляются основные, наиболее значимые, логистические операции РАЭ.

Земля Эндерби (район полевых баз Молодёжная и Гора Вечерняя)

В западной прибрежной зоне Земли Эндерби (Enderby Land) имеются многочисленные небольшие области суши, свободные от ледяного покрова. На одном из таких участков, относящихся к холмам Тала, в феврале 1962 г. был открыт Антарктический метеорологический центр (АМЦ) Молодёжная (ныне полевая база) Молодёжная. Небольшие хребты этого района разделены долинами, частично занятыми неподвижным льдом и озёрными котловинами. Наиболее крупными и глубокими водоёмами холмов Тала являются озёра Глубокое и Лагерное (рис. 1, *а*, *б*), которые по причине их формирования и преобладающего типа питания относятся к категории прорываопасных. К одному из первых задокументированных прорывных паводков в районе АМЦ Молодёжная можно отнести резкое падение уровня на озере Лагерном. Поскольку его основным источником питания являются талые воды снежников и ледника, относительно тёплая погода в период антарктического лета отрицательно влияет на стабильность водоёмов. При установившихся положительных температурах сезонный снег начинает интенсивно таять, образуя водные потоки, стремительно наполняющие озёрную котловину. В отдельные годы стекавшая вода разливается по льду и образует новый водоём с ледяным дном аналогично обширной снежнице. Сформировавшаяся наледь в последующем служила в качестве естественной запруды вод озера Лагерное. Критическое значение уровня достигнуто 18 декабря 1963 г. в результате чего вода начала переливаться через ледяную плотину. На момент прорыва глубина озера составляла 10 м, однако уже через три

дня его величина упала до 3 м. В результате прохождения прорывного паводка в запрудной плотине образовался тоннель, напоминающий ледяное ущелье [3]. Руководством АМЦ Молодёжная было решено создать сливной канал между озёрами Лагерное и Глубокое, чтобы обеспечить бесперебойный отток излишней воды и предотвратить наполнение водоёма до критического уровня. Работы были выполнены, однако, на настоящий момент расчистка канала от сезонного снега не осуществляется и прорывы продолжаются.

Позднее остатки подобных тоннелей в снежно-ледовых перемычках были выявлены и на водосборной территории озера Глубокое. Основываясь на этом факте, было установлено, что прорывы плотин не редки в данном регионе. Подобные события происходили на вышеупомянутом водоёме в феврале 1962 г. и в июле 1966 г, однако не были столь масштабны [9]. Тем не менее, буквально через семь лет после открытия оборудованная на тот момент новейшими средствами научных исследований станция понесла значительный ущерб, ввиду прорыва вод озера Глубокое. Катастрофическое переполнение водоёма произошло 18 января 1969 г., что вызвало значительные изменения в ландшафте оазиса. В связи со случившимся событием в том же году были организованы гидрологические наблюдения, основная цель которых заключалась в изучении водного, ледового и термического режима водоёмов, а также в составлении прогноза последующих прорывов [9]. За многолетний период, начиная с 1969 г. и по настоящее время, прорывы озера Глубокое фиксируются один раз в 7–10 лет. При этом уровень озера в среднем понижается на величину около 6 м за 2–3 суток [14]. Опираясь на наблюдениях сотрудников зимовочного состава станции Молодёжная и научных сезонных отрядов, можно заключить, что последующие прорывы происходили в 1988, 1997 и 2006 гг. Исследуя картографические материалы, также можно заметить, что на ранних схемах, в непосредственной близости от озера Глубокое, водные объекты отсутствуют. На других, более поздних снимках и картах (рис. 1, а, б), рядом с ним появляется либо зона затопления, либо обособленное озеро Разливное, а на отдельных указанные водоёмы представлялись в виде единого водного объекта [1; 8]. Последний вариант можно расценивать в качестве маркера к скоплению прорыву озёрных вод. Подтверждение выдвинутого предположения не заставило себя долго ждать. В конце января 2018 г. произошёл прорыв водных масс предположительно уже из системы озёр Разливное – Глубокое. Согласно оперативной сводке об основных экспедиционных событиях и операциях Российской антарктической экспе-

дации (РАЭ) за период с 18 по 25 января 2018 г., опорожнение водоёмов началось утром 19 января и продолжалось вплоть до 23 января. Мощным потоком, ширина которого составляла около 10 м, было снесено несколько железных опор эстакады. На следующий год, во время летнего полевого сезона 64-ой РАЭ, было выполнено первое рекогносцировочное обследование последствий прохождения прорывного паводка. В результате случившегося прорыва озеро Разливное вновь перестало существовать. На момент выполнения работ (декабрь 2018 г.) котловина бывшего водоёма была заполнена сезонным снегом. Уровень озера Глубокое, соответственно, тоже понизился. На момент исследования его абсолютная высота составляла 15,5 м над уровнем моря. Примерное положение уровня высоких вод было установлено по поверхности озёрного льда, покрывающего акваторию водоёма до прорыва. Его высота оценена величиной около 25 м. Однако, предполагается, что уровень воды в озере на момент прорыва в январе 2018 г. не достигал отметки 25 м.

К ещё одной прорываопасной системе водных объектов АМЦ Молодёжная относятся озеро Стоковое и несколько маленьких водоёмов, расположенных ниже по склону (рис. 3, в). Последовательное разрушение снежных перемычек происходит, как правило, в период антарктического лета, в результате чего на пути от озёр до бухты Опасной образуется ручей «Авиационный» [А. Долгих, частное сообщение]. Водоток постепенно прорезает себе русло в снежно-ледовой толще и на время выводит из функционирования взлётно-посадочную полосу для самолётов на лыжном шасси.

Также, говоря о Земле Эндерби, нельзя не упомянуть о так называемом оазисе Вечерний, который расположен вблизи от полевой базы Молодёжная. Возобновление интереса к этому району связано со строительством Белорусской антарктической экспедицией полевой базы Гора Вечерня, которая в скором времени станет полноценной зимовочной станцией. В некоторой близости от новых строений располагаются два небольших водоёма – Верхнее и Нижнее. Согласно информации сотрудников Белорусской антарктической экспедиции, первое из озёр неглубокое (до 2 м) и довольно часто опорожняется [Ю. Г. Гигиняк, частное сообщение]. Озеро Нижнее имеет большие размеры, глубину порядка 5–6 м, а его потенциальные прорывы могут значительно повлиять на инфраструктуру новой полевой базы, учитывая тот факт, что именно из этого водоёма осуществляется водозабор воды для хозяйствственно-питьевого обеспечения п/б.

Подводя итог, хочется отметить, что большинство озёр холмов Тала и оазиса Вечерний гидравлически связаны между собой и являются динамичной системой. Прорывы водных объектов происходят, как правило, через снежники, либо наледи, с образованием тоннелей, напоминающих глубокие ущелья, или поверхностных временных не-глубоких водотоков, перемещающихся в ледяном русле. Сбросы озёрных вод случаются в основном во второй половине января. Несомненно, после опорожнения озёр опасность новых прорывов значительно снижается, однако, судя по тенденции за последние полвека, исключать повторение опасных гидрологических явлений нельзя.

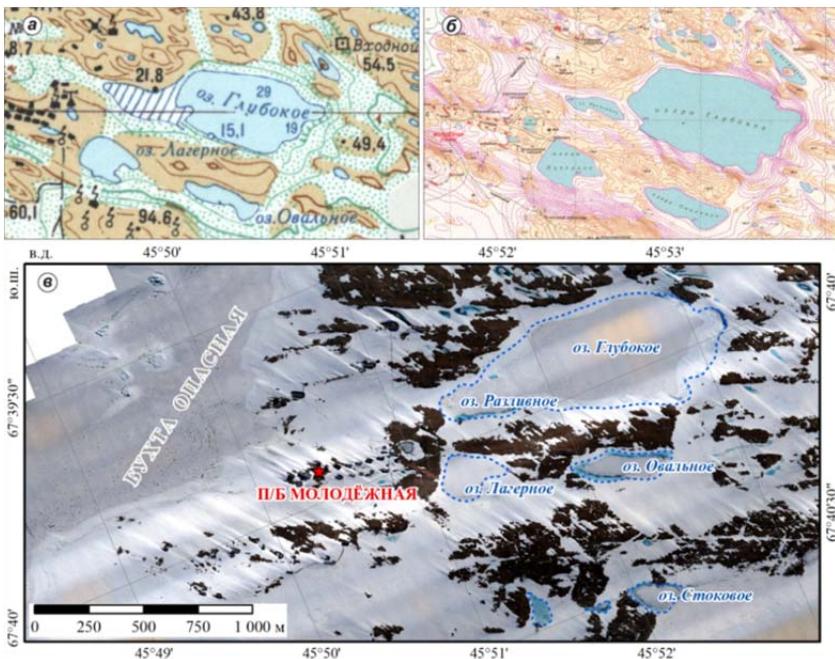


Рис. 1. Район АМЦ Молодёжная (а) на топографической карте 1972 г. в масштабе 1:50 000; (б) в Атласе океанов, 2005 г. в масштабе 1:10 000, (в) на ортофотоснимке Д. В. Фёдорова, январь 2017 г.

Холмы Ларсеманн (район станции Прогресс)

Оазис Ларсеманн (Larsenmann Hills) располагается между холмами Вестфоль (Vestfold Hills) и шельфовым ледником Эймери (Amery Ice Shelf) на юго-восточном берегу залива Прюдс (Prydz Bay), Земля Принцессы Елизаветы (Princess Elizabeth Land). Он представляет со-

бой район, большей частью свободный от ледникового покрова и состоящий из множества мелких и двух наиболее крупных полуостровов Сторнес (Stornes) и Брокнес (Broknnes). Общая площадь оазиса оценивается величиной около 50 км². Ввиду активного развития инфраструктуры, на территории полуострова Брокнес предлагаемый обзор будет посвящён описанию опасных гидрологических явлений именно на его территории (рис. 2).

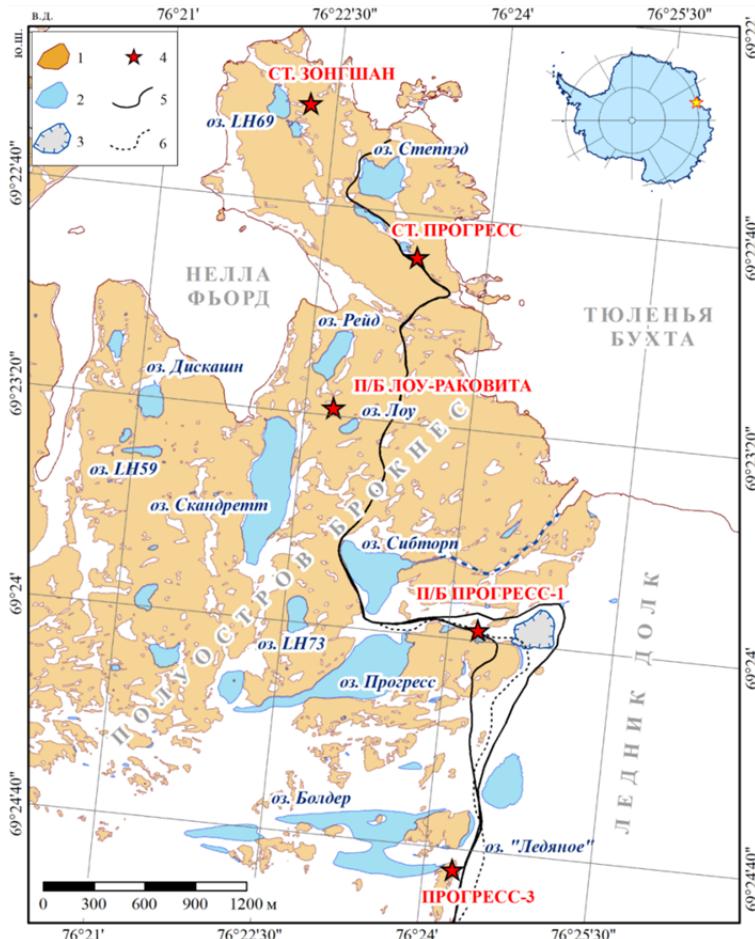


Рис. 2. Район полуострова Брокнес (холмы Ларсеманн):

1 – выходы горных пород; 2 – озёра; 3 – провал в леднике Долк; 4 – отечественные и зарубежные станции и полевые базы; 5 – используемые трассы; 6 – участок дороги, разрушенной провалом. Синей пунктирной линий отображён временный ручей Каньонный из озера Сибторп

Ландшафт оазиса представляет собой цепь холмов абсолютной высотой от 60 м до 162 м относительно уровня моря. Рельеф сильно расчленён; перепад высот порой достигает сотни метров при значительных уклонах. Как и в предыдущем случае, характерная особенность холмов Ларсеманн заключается в обилии озёр, что объясняется наличием молодого экзарационно структурного рельефа и неразвитой дренажной сетью [13]. Большинство водоёмов полуострова Брокнесс мелководны (глубина до 5 м) и характеризуются небольшой площадью водной поверхности (от 5 до 30 тыс. км²). Ближайшими к станции являются озера Прогресс, Болдер, Скандретт, Сибторп, Степпед, Рейд, Диксан, LH73 и LH69 (рис. 2). Первые три оцениваются как самые глубокие на полуострове (45 м, 46 м, и 18 м, соответственно).

Также на территории оазиса имеется множество снежников и малых ледников. Первые имеют сезонный характер и постепенно исчезают или значительно меняют свои очертания в течение антарктического лета. Их мощность незначительна и обычно не превышает первых десятков метров. К юго-востоку от полуострова располагается выводной ледник Долк (Dålk Glacier). Часть водных объектов образовалась в результате подпруживания тектонических долинных понижений ледниками и снежниками [6]. По этой причине на озёрах оазиса периодически происходят резкие падения уровня воды.

В техническом отчёте [10] отмечается, что озера Прогресс и Сибторп связаны между собой и образуют единую гидрологическую систему. Талая вода с ледника и окружающих снежников сначала поступает в озеро Прогресс, а затем под уклоном перетекает в озеро Сибторп. Последнее, через ручей Каньонный, разгружается в Тюленью бухту (рис. 2). Порой, подобные перетекания носят катастрофический характер. Так, например, в ходе зимовки 48-й РАЭ, 10 ноября 2003 г. из-за разрушения снежно-ледовой перемычки произошёл прорыв вод из озера Прогресс в озеро Сибторп, в результате чего в снежнике, расположенному между водоёмами, образовались провалы глубиной до 8 м и протяжённостью до 100 м [10].

Причины, вызвавшие резкий сброс воды и образование провалов, по всей вероятности, следующие. Рядом с системой озёр Прогресс–Сибторп имеется озеро LH73, уровень которого располагается примерно на 50–60 м выше уровня озера Прогресс. С южной стороны водоёма в течение всего года имеется снежно-ледовая плотина. В случае переполнения котловины водой, напряжение, оказываемое на перемычку, возрастает и происходит прорыв. В результате залпового сброса поток устремляется к озеру Прогресс. Уровень воды в нем начинает

резко повышаться. Это приводит к тому, что давление на снежник постепенно увеличивается и достигает той величины, при которой перемычка не выдерживает нагрузки и разрушается. После этого вода из озера Прогресс перетекает в озеро Сибторп откуда впоследствии разгружается в залив Прюдс. Вероятно, весной 2003 г. были разрушены сразу обе плотины. Это привело к образованию глубоких провалов в снежнике между названными озёрами. Ввиду того, что до обрушения по снежнику проходила дорога, соединяющая станцию Прогресс и аэродром, это представляло опасность для транспортных операций РАЭ (рис. 2). Подобное событие повторилось в ходе летнего полевого сезона 59-й РАЭ, когда 1 января 2014 г. произошло резкое падение уровня воды в озере Прогресс за счёт разрушения ледяной перемычки. Сброс продолжался около полутора суток, а уменьшение уровня составило 0,72 м [4]. В сезон 62-й РАЭ залповый перелив воды из озера Прогресс в озеро Сибторп произошёл 4 января 2017 г. [4]. После этого в обоих водоёмах установился устойчивый водный режим, характеризующийся плавным понижением уровня за счёт поверхностного стока, испарения и потери воды на ледообразование. Согласно оперативной сводке об основных экспедиционных событиях и операциях РАЭ за период с 22 февраля по 1 марта 2018 г., в конце февраля 2018 г. произошёл ещё один резкий сброс вод озера Прогресс. Поток воды достигал ширины 4 м и глубины до 1,5 м. Однако на следующий год в середине января 2019 г. случился прорыв не одного озера, а всей системы. Формирование прорывного потока со стороны озера Прогресс началось в приповерхностной части снежника, и уже на следующий день поток выработал русло, достигшее скального основания. Вновь прорывным потоком затронута часть трассы в районе п/б Прогресс-1. В результате уровень в озере Прогресс упал на 0,47 м, а амплитуда колебания уровня на оз. Сибторп составила 0,22 м. Измеренный расход прорывного паводка из первого озера составил $2 \text{ м}^3/\text{с}$, а расход на ручье из озера Сибторп оценён величиной $2,64 \text{ м}^3/\text{с}$.

Ещё одной гидрологической системой являются озёра Болдер, «Ледяное» и внутриледниковый водоём, находящийся у полевой базы Прогресс-1. Внутриледниковое озеро существовало вплоть до начала 2017 г., однако 30 января на его месте образовалась обширная депрессия [2; 5]. По мнению авторов, одной из основных причин образования провала является прорыв озера Болдер. Ход развития событий можно представить следующим образом. В результате поступления талых ледниковых вод в котловину озера Болдер происходило постепенное повышение уровня его водной поверхности. При достижении

некоторой критической отметки, в результате гидростатического давления, оказываемого на перемычку и термического расширения каналов стока, в наиболее слабом месте, сформировался прорыв. Бурный поток воды начал перетекать из озера в сторону полевой базы Прогресс-1. Ранее стабильный внутриледниковый водоём начал переполняться поступающим водным потоком. Аналогично предыдущему случаю, уровень воды возрастал в нём до тех пор, пока не было достигнуто критическое напряжение на ледовые стенки. Это, в свою очередь, вызвало прорыв внутриледникового водоёма и истечение по внутриледниковым каналам в сторону океана. Первая просадка ледника произошла 30 января 2017 г. Однако ввиду того, что сток из Болдер, а также из других близлежащих озёр, не имеющих наименований, не прекратился, 31 января провал увеличился до катастрофических размеров. Согласно первым предварительным оценкам, объём подледникового водоёма, существовавшего до прорыва, составлял около 708,7 тыс. м³ при средней глубине около 32 м. Расчёт различных сценариев прорыва более подробно представлен в работе [2].

Кроме того, в центральной части полуострова Брокнес, у западного берега Нелла Фьорд располагается система из относительно небольших водоёмов: озера LH59 и Дискашн. При анализе космических снимков [11; 15], а также во время проведения рекогносцировочного обследования в сезон 63-й РАЭ (2017/18 гг.) авторами были обнаружены следы его частых прорывов. Озеро Дискашн прорвалось 22 января 2018 г. Уровень водной поверхности понизился примерно на 0,95 м. При этом при прохождении паводка, потоком воды в снежнике выработался тоннель, увеличивающий свои размеры по мере удаления от места входа в него. Вся вода, пошедшая на его формирование, перетекла в Нелла Фьорд. В ходе рекогносцировочного обследования было установлено, что сток озёрных вод по указанному пути происходит довольно часто. На стенках тоннеля отчётливо прослеживаются метки высоких вод, оставленные при протекании потоков различной мощности. Максимальный расход прорыва 2018 г. оценён величиной 1,8 м³/с. Общее время прохождения прорывного паводка составляет около 10 часов.

Разрушение запрудных снежников на озёрах Скандретт и Рейд происходят практически ежегодно, однако это не приносит значительного ущерба, поскольку поток буквально сразу попадает в Нелла Фьорд.

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что гидрологические объекты полуострова Брокнес отличаются не только своими частыми прорывами, но и специфическими водоёмами, аналогичными

существовавшему внутриледниковому озеру. Подобные резкие опорожнения можно рассматривать в качестве аналогов прорыва подледниковых водоёмов, что сейчас является приоритетным направлением фундаментальных научных исследований в Полярных регионах нашей планеты.

Заключение

Подводя итог, отметим, что периодичность прорывов озёр рассмотренных антарктических оазисов определяется в основном колебаниями климата. По всей вероятности, они будут происходить в наиболее тёплые годы после накопления значительных объёмов водных масс в озёрных котловинах. Холмы Тала, а именно район, расположенный в непосредственной близости от полевой базы Молодёжная, характеризуется развитой озёрно-речной гидрографической сетью. Прорывы водных объектов происходят в основном во второй половине антарктического лета и осуществляются через снежные или ледовые естественные плотины. Падение уровня воды при этом может достигать 7 м. Изучение этих процессов имеет важное прикладное значение для функционирования полевой базы Молодёжная, поскольку способно надолго прервать транспортное сообщение между различными объектами инфраструктуры РАЭ.

Аналогичная ситуация складывается и на холмах Ларсеманн. Отдельные мелкие озёра, такие как Рейд, Дискашн, LH59 прорываются, как правило, ежегодно. Резкие падения уровня на более крупных водных объектах происходят главным образом в аномально тёплые летние периоды. Чаще всего разрушаются естественные плотины, состоящие из сезонного снега. Другой особенностью этого региона является наличие внутриледниковых водных объектов, прорывающихся через ледник. Следует отметить, что именно эти прорывные паводки наиболее катастрофичные.

Авторы выражают благодарность своим коллегам С. Д. Григорьеву, Г. А. Дешевых и Е. В. Рыжовой за предоставленные данные полевых исследований 64-ой РАЭ (2018-19 гг). Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-05-00421 «Особенности формирования и развития паводков подледниковых водоёмов Антарктиды»).

Список литературы

1. Атлас Океанов. Антарктида / ред. В. И. Куроедов. СПб. : Гл. упр. навигации и океанографии М-ва Обороны РФ, 2005. 280 с.

2. Боронина А. С., Попов С. В., Пряхина Г. В. Моделирование подледниковых паводков на примере катастрофического прорыва водоёма в леднике Долк (полуостров Брокнес, Восточная Антарктида) // Третья Виноградовские Чтения : сб. докл. Междунар. науч. конф. СПб., 2018. С. 854–859.
3. Вайгачев А. З. Прорыв ледяной «плотины» озера Лагерного // Информ. бюл. Сов. антаркт. эксп. 1965. № 54. С. 58–59.
4. Дворников Ю. А., Евдокимов А. А. Научно-технический отчёт по программе гидроэкологических исследований на станции Прогресс в сезонный период 62-й РАЭ. СПб. : Фонды ААНИИ, 2017. 50 с.
5. Прорывы ледниковых и подледниковых озер в районе холмов Ларсеманн (Восточная Антарктида) в 2017–2018 гг. / С. В. Попов, А. С. Боронина, Г. В. Пряхина, С. Д. Григорьева, А. А. Суханова, С. В. Тюрин // Геориск. 2018. Т. 12, № 3. С. 56–67.
6. Симонов И. М. Оазисы Восточной Антарктиды. Л. : Гидрометеоиздат, 1971. 176 с.
7. Сократова И. Н. Антарктические оазисы. СПб. : ААНИИ, 2010. 274 с.
8. Топографическая карта района станции Молодёжная, масштаб 1:50 000. Союзморнипроект, 1972.
9. Фонды ААНИИ, № О-1790: 15-я Советская антарктическая экспедиция. Отчёт о гляцио-гидрологических работах в районе ст. Молодёжная в сезон 1969–1970 гг. 34 с.
10. Фонды ААНИИ, № О-3553: Отчёт о работе станции Прогресс, 48 РАЭ. СПб., 2004. 204 с.
11. Antarctic Xiehe Peninsula orthophoto. Scale 1:4000, 2006, Heilongjiang Polar Engineering Center of Surveying & Mapping and Heilongjiang Institute of Geomatics Engineering, China.
12. Bedmap2: improved ice bed, surface and thickness datasets for Antarctica / P. Fretwell [et al.] // The Cryosphere. 2013. Vol. 7. P. 375–393. doi:10.5194/tc-7-375-2013.
13. Gillieson D. An environmental history of two freshwater lakes in the Larsemann Hills, Antarctica / Hydrobiologia. 1991. Vol. 214, N 1. P. 327–331.
14. Kaup E. Trophic status of lakes in Thala Hills – records from the years 1967 and 1988 / Proc. NIPR Symp. Polar Biol. 1998. N 11. P. 82–91.
15. Larsemann Hills. Princess Elizabeth Land. Antarctica. Satellite image map. Edition 3. Map number 14241, Scale 1:25 000, 2015, Australian Antarctic Division.

УДК 556.5.06

Мониторинг и прогнозирование неблагоприятных и опасных гидрологических явлений на территории Иркутской области

Н. А. Котова (natalyakotova9292@mail.ru)

Иркутское УГМС, г. Иркутск

Аннотация. Описаны характерные для водных объектов Иркутской области гидрологические неблагоприятные и опасные явления, особенности их формирования и прохождения.

Ключевые слова: половодье, паводки, межень, маловодье, максимальные уровни воды, водные ресурсы, неблагоприятное явление, опасное явление, мониторинг гидрологической обстановки.