

ISBN

УДК 556

Международная научно-практическая конференция «Третьяи Виноградовские Чтения. Границы гидрологии» памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова (28-31 марта 2018 г., Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия). Сборник докладов

International conference "Third Vinogradov's Conference. Facets of Hydrology" in memory of outstanding Russian scientist Yury Vinogradov (28-31 March, 2018, St. Petersburg State University, Russia). The Book of Proceedings

Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского гидролога Юрия Борисовича Виноградова

**ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ
ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ**

Под редакцией к.т.н. О.М. Макарьевой

Санкт-Петербургский государственный университет

Россия

28-31 марта 2018

Proceedings of the international scientific
conference in memory of outstanding Russian
hydrologist Yury Vinogradov

**THIRD VINOGRADOV CONFERENCE
FACETS OF HYDROLOGY**

Edited by Olga Makarieva

St. Petersburg State University

Russia

28-30 March, 2018

**Международная конференция памяти выдающегося
русского гидролога Ю.Б. Виноградова
ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ «ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ»**

Организаторы Кафедра гидрологии суши, Институт наук о
Земле, Санкт-Петербургский государственный
университет

Научная Группа модели Гидрограф

Председатель д.г.н., профессор В.В. Дмитриев,
Программного комитета Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский
государственный университет

Председатель к.т.н. О.М. Макарьева,
Организационного Научная группа модели Гидрограф,
комитета Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский
государственный университет

Спонсоры ООО «НПО «Гидротехпроект»,
Санкт-Петербург

АНО НИЦ «Геодинамика»
Южно-Сахалинск

Российский Фонд Фундаментальных
Исследований

**International Conference in memory of outstanding
Russian hydrologist Yury Vinogradov**
THIRD VINOGRADOV CONFERENCE «FACETS OF HYDROLOGY»

Organized by Department of Land Hydrology, Institute of
Earth Sciences
St. Petersburg State University

Hydrograph Model Research Group

Chair of Scientific Vasiliy Dmitriev,
Committee Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State
University

Chair of Organizing Olga Makarieva,
Committee Hydrograph Model Research Group,
Institute of Earth Sciences,
St. Petersburg State University

Partners Gidrotehproekt Ltd.
St. Petersburg

ANO RC “Geodinamika”
Yuzhno-Sakhalinsk

Russian Foundation for Basic Research

Предисловие

28-31 марта 2018 г. в Санкт-Петербургском государственном университете прошла Третья международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых «Третий Виноградовские Чтения. Границы гидрологии», посвященная памяти выдающегося русского гидролога проф. Ю.Б. Виноградова.

Ю.Б. Виноградов являлся ведущим ученым России в области гидрологии. Он автор более 100 научных работ, в том числе нескольких основополагающих монографий по математическому моделированию гидрологических процессов, катастрофическим гидрологическим явлениям (прорывным паводкам и селевым потокам).

Конференция проводилась в третий раз (2013, 2015) и стала регулярной научной платформой для:

- свободной и острой дискуссии по проблемам развития гидрологии и поискам путей их преодоления;
- синтеза современных подходов в области изучения гидрологических процессов и их применения для решения прикладных задач;
- преодоления разобщенности научных школ и гидрологического сообщества России;
- расширения кругозора и становления молодых ученых-гидрологов, от которых зависит развитие науки и ее эффективное использование на пользу России в будущем;
- обсуждения проблем образования и кадровой подготовки специалистов в области гидрологии.

Программа конференции 2018 года состояла из шести научных секций:

1. На границах фазовых переходов, или гидрология холодных, высокогорных регионов и криолитозоны, а также снег, ледовые процессы и явления.
2. Новые границы гидрологии, или об использовании геоинформационных технологий, изотопных методов, данных дистанционного зондирования и других новейших методов исследований в решении задач гидрологии.
3. Многогранная гидрология, или результаты региональных исследований.
4. Границы гидроэкологии и водопользования.
5. За границами катастроф.
6. На границах науки и практики, или прикладные гидрологические задачи и методы их решения.

До конференции в течение 4 дней (24-27 марта 2018) молодые ученые, студенты и аспиранты приняли участие в Школе Гидрологического Моделирования, лекторами которой стали ведущие ученые России и мира.

В последний день Конференции был заслушан обобщающий пленарный доклад гл.н.сотр. ИВП РАН (г. Москва) М.В. Болгова «Ю.Б. Виноградов и грозящая катастрофа гидрологического знания: надо ли с чем-то бороться?». Состоялось обсуждение доклада участниками Конференции, дискуссия по итогам работы, подведены итоги Конференции в целом.

В программный комитет конференции вошли специалисты в области гидрологии и водных ресурсов из ведущих научных институтов, университетов и производственных организаций России.

Число зарегистрировавшихся участников, подавших тезисы докладов, 260. Подтвердили участие и участвовали 214 чел. Из них 169 участников – молодые ученые до 35 лет.

Состав участников имел широкую географию, как по России (от Приморского края и Чукотки до Северо-Запада ЕЧР – всего 22 региона), так и по всему миру. В программе конференции приняли участие представители иностранных гидрологических школ из 10 зарубежных стран, таких как Австралия, Азербайджан, Белоруссия, Бразилия, Германия, Иран, Казахстан, Польша, Украина и Швейцария. Всего во время конференции были

сделаны 161 устных докладов (из них 5 пленарных и 1 дискуссионный) и 53 стеновых доклада.

Конференция проведена на базе Санкт-Петербургского государственного университета, при организационной помощи преподавателей и студентов кафедры гидрологии суши, спонсорской помощи РФФИ, научно-производственных объединений ООО «НПО «Гидротехпроект» (Санкт-Петербург), АНО НИЦ «Геодинамика» (Южно-Сахалинск) и научной группы модели Гидрограф.

Спонсорская помощь позволила отменить регистрационный взнос для достижения большей доступности участия молодых ученых. По итогам Конференции отмечены лучшие доклады и выступления.

Количество участников указало на острую востребованность проведения мероприятия и заинтересованность молодежи в научной и научно-практической деятельности в данной сфере науки. Несомненно, такой интерес должен поддерживаться и развиваться в отечественной гидрологической науке, в том числе при поддержке РФФИ и ведущих университетов РФ.

Председатель Программного комитета,
д.г.н., проф., академик РАЕН, РАЕ, МАНЭБ В.В. Дмитриев

Приветствие

Во вступительных словах к участникам 3-х Виноградовских чтений хотелось, чтобы они прозвучали в духе Юрия Борисовича. Известны два основных способа написания книг и статей. «Один способ – это писать от первого лица, а второй – с позиции всеведения» (У. Моэм, Искусство слова). Обычно предпочитают второй вариант, который, будучи объединенным со способом изложения истин, о которых уже многократно написано, вселяет дополнительную уверенность, ощущаемую только в том случае, когда вы примыкаете к абсолютному большинству. К тому же при этом автор приобретает уникальную возможность – одобрительно высказаться, как бы со стороны, о собственных работах. Первый способ, более прямой и честный, но требующий и иного уровня ответственности. Другая причина состоит в том, что именно этот вариант становится единственным, когда всякий инакомыслящий вызывается на поединок.

Сначала – это идея, подходы, методы, рассуждения, взгляды в прошлое и будущее. Затем – это авторское изложение сведений о гидрологическом мире. И, наконец, – это описание конкретных реализаций, которые могут послужить возможными примерами создания некоторого единства концепций, методов и решений, другими словами, всего того, что мы могли бы, с большим или меньшим основанием, назвать «гидрологией нового поколения».

Обращаемся к вам, гидрологи. Уходящим на покой или, наоборот, нашупывающим возможные пути вхождения в гидрологию. Считывающих себя учеными или гордящихся своим положением прикладников. Формалистов и ретроградов, оптимистов и фантазеров. Хорошо бы если все, что здесь написано, вдохновило, одних, на решение подлинно насущных задач и проблем гидрологии, других подвигло на споры и возражения, которые возможно смогут принести последней немалую пользу. **Ибо великая битва идей – это мечта неравнодушных гидрологов.**

Юрий Борисович когда-то написал обращение к молодым гидрологам, которое не было напечатано: «Обращаюсь к вам, молодые люди, пришедшие в гидрологию. Это очень интересная и достойная наука, приносящая обществу и государству великую пользу. Как утвердить интерес к гидрологии у ее молодых энтузиастов и этим заложить основы будущего нашей науки? Как молодых гидрологов сделать не скучными людьми, лишь вяло интересующимися возможностями гидрологии, а подлинными профессионалами своего дела?

Самое лучшее решение проблемы – образование, особенно на магистерском и аспирантском уровнях, это установление личной связи ученика и наставника, когда первый участвует в конкретной научной работе, обсуждении идей и погружается в размышления о путях решения гидрологических проблем. Это уже то, чему нельзя научиться, отсидев лекции и испытав дискомфорт на экзаменах.

Выбор наставника и руководителя в науке – дело сугубо личное, но молодые люди часто руководствуются при этом не всегда достойными мотивами или, же предоставляют решение течению обстоятельств. В то же время – это проблема не простая, требующая благородства и осторожности. И, безусловно, перед выбором следует тщательно ознакомиться как положением дел в гидрологии вообще, так и с научными работами своего потенциального руководителя и его возможных, в ваших глазах, «соперников».

Итак, научитесь различать ученых настоящих и мнимых».

Закончить наше вступление можно словами немецкого писателя, математика, физика и астронома 18-го века Георга Кристофа Лихтенберга: «Читать означает брать в долг, а сделать на основе этого открытия – значит уплатить долг». Возможно, прочитав какие-то изложенные здесь исследования, вы продвинетесь к «уплате долга», на развитие вперед нашей науки – гидрологии. Доброго вам пути!

к.г.н., доц. Т.А. Виноградова

Моделирование подледниковых паводков на примере катастрофического прорыва водоёма в леднике Долк (полуостров Брокнес, Восточная Антарктида)

Боронина А.С.¹, Попов С.В.², Пряхина Г.В.¹

*¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
²АО «Полярная морская геологоразведочная экспедиция», Санкт-Петербург
al.b.s@yandex.ru*

Аннотация: В ходе летнего полевого сезона 63-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ) для изучения провала, образовавшегося в леднике Долк (Dålk Glacier) 30 января 2017 г., и его последствий были выполнены комплексные геодезические, гидрологические и геофизические исследования. Они включали в себя тахеометрическую съёмку, бурение с отбором керна, тепловое глубокое бурение, георадарное профилирование на частотах 150 МГц и 900 МГц, электромагнитные зондирования, выполненные по системе ОГТ, а также гидрологические наблюдения. На основе тахеометрической съёмки, с учётом предварительных результатов георадарных исследований, уточнены морфометрические характеристики провала на момент его образования. Согласно первым представлениям, объём подледникового водоёма, существовавшего до прорыва, составлял около 708690 м³ при средней глубине 32 м. Без малого спустя год, провал представляет собой каверну размерами 188×250 м средней глубиной около 27 м. Установлено, что за рассматриваемый период времени её площадь изменилась незначительно. Для оценки основных параметров прорыва водоёма в районе ледника Долк за основу принята модель Ю.Б. Виноградова с дополнительным учётом наличия ледникового покрова над водной поверхностью. Построенная цифровая модель провала послужила основой для моделирования. Выполнена серия расчётов гидрографов для длин каналов стока воды 764 м, 821 м, 971 м и 1134 м. Наибольшая величина расхода для рассмотренных сценариев отмечается в первом расчётном случае при длине 764 м. Максимум стока достигается через 4 часа 36 минут с момента начала истечения и составляет 515 м³/с. Время прохождения катастрофического паводка до залива Прюдс (Prudz Bay) составляет 7 часов 20 минут. При этом максимальный расход оценивается в 312 м³/с.

Ключевые слова: подледниковые водоёмы, подледниковые паводки, субгляциальная гидрология, субгляциальные процессы, Восточная Антарктида, станция Прогресс

Введение

В летний период для районов антарктических оазисов, таких, как холмы Ларсеманн (Larsemann Hills), характерно интенсивное приповерхностное таяние снежно-ледового покрова. Это вызвано как положительными или слабо отрицательными температурами воздуха (Gillieson et al., 1990), так и мощной солнечной радиацией, достигающей 1000 мВт/м² (Хромов и Петросянц, 2001). При этом всего в нескольких десятках километров, при движении во внутренние районы континента, гляциологическая ситуация резко меняется: здесь развиты уже области *сухого снега и просачивания*. В первой из них таяние не происходит даже в летние сезоны, а во второй оно может быть очень слабым, в зависимости от погодных условий, изменяющихся из года в год (Патерсон, 1984).

Снег, выпадающий на хорошо прогретые скалы, интенсивно тает, и вода заполняет отрицательные формы рельефа местности, образуя озёра, которые располагаются не только в каменном основании, но и на поверхности ледника, а также внутри него. Одним подобных водных объектов является подледниковый водоём, расположенный в краевой

части ледника Долк (Dålk Glacier) в полукилометре к востоку от российской полевой базы Прогресс-1 (рис. 1а). Согласно метеорологическим наблюдениям, антарктическим летом 2017 года сложились аномально тёплые погодные условия (С.В. Гущин, частное сообщение), что привело к интенсивному приповерхностному таянию сезонного снежного покрова. Поскольку основным источником питания озёр оазиса является поступление в них талой воды, уровень в некоторых из них достиг критической отметки, что вызвало их прорыв. В частности, подобная ситуация сложилась на озере Boulder (Boulder Lake) и ряде других мелких водоёмов (рис. 1а).

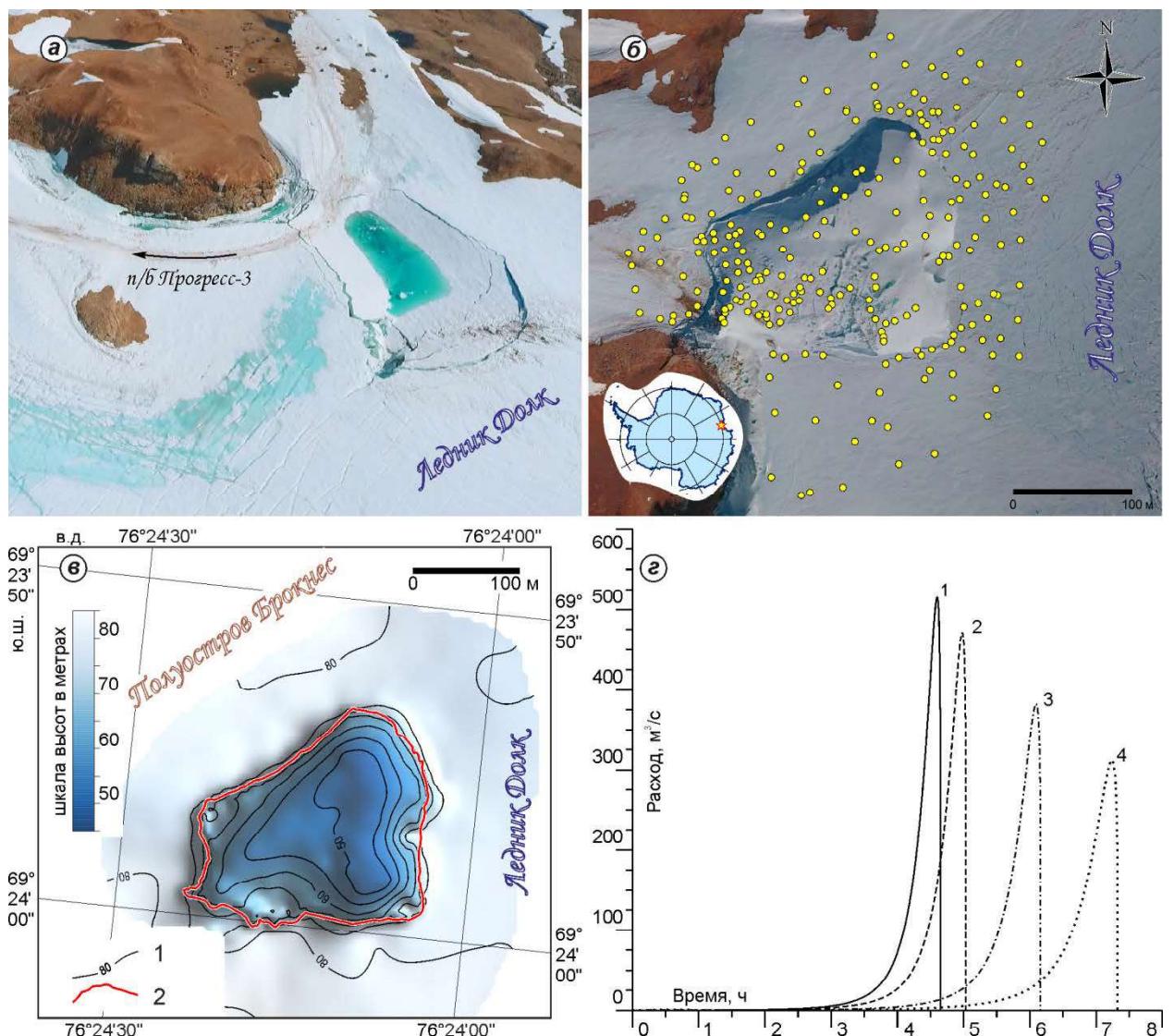


Рис. 1 Провал в леднике Долк и основные результаты моделирования прорывного паводка. Вид провала в момент формирования (а); пункты тахеометрических съёмки (б); схема высот поверхности ледника (в); рассчитанные гидрографы прорывного паводка (г). Кружками показаны пункты тахеометрической съёмки. Цифрами на секции (в) показаны: 1-изогипсы поверхности ледника, сечение изолиний 5 м; 2-контуры провала на 8 января 2018 г. Цифрами на секции (г) показаны результаты расчетов гидрографов при длинах тоннеля: 1- 764 м; 2- 821 м; 3- 971 м; 4- 1134 м.

Прорыв первого из них был столь значителен, что образовался бурный поток шириной около 3,5 метров (А.В. Миракин, частное сообщение). Волею судеб, вода этих озёр устремилась в подледниковый водоём, расположенный в районе ледника Долк (рис. 1а, б). В момент, когда механические напряжения в озёрной котловине достигли

пределных значений, произошел прорыв. Катастрофический паводок повлек за собой образование каверны в теле ледника. Кровля над ней не выдержала, и 30-го января 2017 года произошло её обрушение с образованием провала размером около 183×220 м и средней глубиной от 20 до 30 м (Popov et al., 2017). Он разрушил участок дороги (рис. 1а), соединяющей российскую станцию Прогресс и китайскую станцию Зонгшан с посадочной площадкой станции Прогресс и пунктом формирования российских и китайских санно-гусеничных походов во внутренние районы Антарктиды. При этом, лишь по счастливому стечению обстоятельств, обошлось без человеческих жертв. К большому сожалению, в ходе летнего полевого сезона 62-й РАЭ никаких гидро-гляциогеофизических исследований, за исключением аэрофотосъёмки, выполнено не было. В связи с этим, все сведения о событиях того времени можно черпать лишь из воспоминаний очевидцев, а также видео- и фотоматериалов, прежде всего, начальника станции *A.B. Миракина*. Предварительные результаты аэрофотосъёмки, которые, на настоящий момент, всё ещё находятся на стадии обработки, изложены в (Popov et al., 2017).

Методика и результаты полевых работ

В ходе летнего полевого сезона 63-й РАЭ, в период с 4-го января по 3-е февраля 2018 г. с целью изучения образовавшегося провала, его последствий, а также поиска новой объездной дороги, были выполнены обширные комплексные геодезические, гидрологические и геофизические исследования. Они включали в себя тахеометрическую съёмку, бурение с отбором керна, тепловое глубокое бурение, георадарное профилирование на частотах 150 МГц и 900 МГц, электромагнитные зондирования, выполненные по системе ОГТ, а также гидрологические наблюдения. В связи с недавним завершением полевых работ, полученные данные большей частью находятся на стадии обработки.

В ходе тахеометрической съёмки в районе провала выполнено 256 пунктов измерений (рис. 1б), по которым построена цифровая модель поверхности ледника (рис. 1в). В работах использовался тахеометр Trimble M3 DR 5" (Trimble Navigation Ltd, USA). Для увеличения дальности и точности измерений в качестве отражателя применялась призма 1Р. Согласно полученным данным, провал, без малого спустя год с момента образования, представляет собой каверну размерами 188×250 м и средней глубиной около 27 м. Фотоматериалы, предоставленные *A.B. Миракином*, свидетельствуют о том, что в течение зимнего периода её придонная часть была значительно заметена снегом, который сохранился практически в неизменном состоянии вплоть до января 2018 года. Согласно предварительным результатам георадарного профилирования, выполненного внутри каверны, мощность сезонного снежного покрова оценивается приблизительно в 5 м. Из чего можно заключить, что средняя глубина провала на момент его образования составляла 32 м. Это, в целом, согласуется с уточнёнными данными аэрофотосъёмки, выполненной в ходе летнего полевого сезона 62-й РАЭ (*С.С. Пряхин*, частное сообщение).

В силу непредсказуемости прорывных катастрофических паводков, их эффективным методом изучения является математическое моделирование. Его основы, применительно к обсуждаемому явлению, были заложены еще в 1970-х годах. Одна из первых основополагающих работ по данной тематике принадлежит перу Дж. Ная (Nye, 1976). В последующие годы был создан ряд других моделей, в которых делается акцент на описание тех, или иных сторон протекания подледниковых паводков (Clarke, 1982; Evatt et al., 2006; Flower, 2009).

Для оценки параметров прорыва водоёма ледника Долк, возьмём за основу модель, предложенную Ю.Б. Виноградовым (Виноградов, 1976), и учтём в ней наличие ледникового покрова. Кроме того, используемая в модели аппроксимация зависимости глубины водоёма от его степенной функцией заменена на использование цифровой

модели рельефа. Авторы полагают, что при катастрофическом прорыве в придонной части водоёма, в общем случае, образуется наклонный канал стока. Согласно аэrorадиолокационным данным, полученным в 1990/91 г., мощность ледника Долк на широте провала в среднем составляет 800 м (Попов и Поздеев, 2002; Попов и Киселёв, 2018). По современным представлениям, этот ледник является шельфовым (ADD, 2016). Таким образом, зная среднюю мощность ледника и глубину провала рассчитаем перепад высот между точками входа в тоннель и выхода из него. Серия расчётов гидрографа прорывного паводка проведена для длин тоннелей 764 м, 821 м, 971 м и 1134 м. Предельные значения соответствуют истечению озёрной воды вниз и по кратчайшему расстоянию под шельфовый ледник, а также через ледник Долк до барьера. Поскольку прорыв продолжался до полного опустошения водоёма, то объём воды, пошедший на образование паводка, составляет 708690 м³. Приведенное значение получено по данным тахеометрической съёмки с учетом снега, накопившегося в течение года. Сведения о температуре воды отсутствуют, и априорно приняты равными 0°C, исходя из того, что озеро было полностью перекрыто ледником. Расчётные гидрографы стока приведены на рис. 1г.

Анализ результатов моделирования показывает, что гидрографы катастрофического прорыва характеризуются сравнительно большой величиной отрицательной асимметрии, свойственной при прорыве озера по внутрьледниковому каналу стока. Время от начала истечения воды до прохождения пика паводка увеличивается по мере увеличения длины тоннеля. Наибольшая величина расхода из всех рассматриваемых сценариев прорыва отмечается в первом расчётном случае при длине 764 м. Максимум стока достигается через 4 часа 36 минут с момента начала истечения и составляет 515 м³/с. После прохождения пика, истечение резко уменьшает свою интенсивность и спустя 4 часа 39 минут, когда из озера спустился весь возможный объём воды, паводок прекратился. Аналогичная ситуация наблюдается и при других значениях длин тоннеля. Форма гидрографа также ассиметричная с пологим подъёмом и резким спадом. Время прохождения катастрофического паводка непосредственно до береговой линии залива Прюодс составляет 7 часов 20 минут. Максимальный расход воды достигает своей величины через 7 часов 13 минут от начала прорыва и составляет 312 м³/с. Отсутствие натурных наблюдений во время прорывного паводка не позволяет оценить правильность рассчитанных значений. Однако, по мнению авторов, полученные результаты вполне соотносимы с описаниями очевидцев этого события.

Основные выводы

После опорожнения подледникового водоёма опасность нового прорыва в этом районе уменьшилась. Однако, в ходе полевого сезона 63-й РАЭ авторами воочию наблюдалось интенсивное поступление воды в провал. Это указывает на то, что не следует полностью исключать возможность повторного прорыва на рассматриваемом динамичном участке. Понимание механизма перетекания водных масс под ледником является важной фундаментальной задачей, поскольку оно имеет непосредственное отношение к процессам развития подлёдного рельефа и подледниковой гидрологической сети. Помимо чисто научного интереса, исследование прорывов подледниковых озёр имеет также и прикладное значение, в силу того, что этот процесс зачастую приводит к значительным разрушениям и человеческим жертвам. Хорошим тому примером является недавний прорыва озера Разливное, расположенного в районе отечественной полевой базы Молодёжная. Согласно оперативной сводке об основных экспедиционных событиях и операциях РАЭ за период с 18 по 25 января 2018 г., опорожнение водоёма произошло 19 января в 8:30 утра по московскому времени. Высота барьера промытого русла достигла 12-15 метров. Ширина потока оценивается примерно в 10 м. Процесс истечения полностью прекратился к 23 января. Под напором воды снесло одну железную опору эстакады и две опоры погнуло, а вся вода вытекла в бухту Опасная. Таким образом,

проблема выявления и мониторинга потенциально прорываопасных ледниковых и подледниковых водоёмов не перестаёт быть актуальной, поскольку тесно связана с обеспечением безопасности людей и транспортной техники при осуществлении логистических операций.

Авторы благодарят своих коллег С.Д. Григорьеву, Г.А. Дешевых и А.А. Суханову, а также начальника станции Прогресс 63-й РАЭ А.В. Воеводина и сотрудников станции Р.Р. Латыпова, В.В. Сощенко за помощь в проведении полевых работ; начальника станции Прогресс 62-ой РАЭ А.В. Миракина за предоставление фото и видео материалов, а также за помощь в организации работ отряда; метеоролога станции Прогресс 62-ой РАЭ С.В. Гущина за предоставленные метеорологические данные; сотрудника Института Наук о Земле СПбГУ С.В. Тюрина за предоставленную геодезическую аппаратуру. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-00421 А.

Список литературы

Виноградов Ю.Б. Метод расчета гидрографа паводка при прорыве подпруженнего ледником озера // Селевые потоки, сб. 1., 1976: 138-153

Патерсон У.С.Б. Физика ледников. Пер. с англ. // М.: Mir, 1984: 472 с.

Попов С.В., Киселев А.В. Отечественные аэрогеофизические исследования на землях Мак-Робертсона, Принцессы Елизаветы и Вильгельма II, Восточная Антарктида // Криосфера Земли, XXII, №1., 2018: 3-13

Попов С.В., Поздеев В.С. Ледниковый покров и коренной рельеф района гор Принс-Чарльз (Восточная Антарктида) // Материалы гляциол. исслед., вып. 93., 2002: 205-214

Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник – 5-е изд., перераб и доп. // М.: Изд-во МГУ, 2001: 528 с.

Antarctic Digital Database (ADD), Version 7.0, January 2016. Scientific Committee on Antarctic Research, British Antarctic Survey, Cambridge

Clarke G.K.C. Glacier outburst floods from «Hazar Lake», Yukon Territory, and the problem of flood magnitude prediction // J. Glaciol., vol. 28, No 98., 1982: 3-21

Evatt G.W., Fowler A.C., Clark C.D., Hulton N.R.J. Subglacial floods beneath ice sheets // Phil. Trans. R. Soc., Seria A, No 364., 2006: 1769-1794

Fowler A.C. Dynamics of subglacial floods // Proc. Royal Society. A. Mathematical Physics. Engineering Sciences, vol. 465, No 2106., 2009: 1809-1828

Gillieson D., Burgess J., Spate A., Cochrane A. An atlas of the lakes of the Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, Antarctica. ANARE Research Notes // Antarctic Division Australia, No 74., 1990: 173 p.

Nye J.F. Water flow in glaciers: jökulhlaups, tunnels, and veins // J. Glaciol., vol. 17, No 76., 1976: 181-207

Popov S.V., Pryakhin S.S., Bliakharskii D.P., Pryakhina G.V., Tyurin S.V. Vast ice depression in Dålk Glacier, East Antarctica // Ice and Snow, vol. 57, No 3., 2017: 427-432

Mathematical modelling of the subglacial floods illustrated with the catastrophic outburst reservoir at the Dålk Glacier (Broknes Peninsula, East Antarctica)

Boronina A.S.¹, Popov S.V.², Pryakhina G.V.¹

*¹St. Petersburg State University, Saint Petersburg
²Polar Marine Geosurvey Expedition, Saint Petersburg
al.b.s@yandex.ru*

Abstract: During the austral summer field season of the 63rd Russian Antarctic Expedition complex geodetic, hydrological and geophysical research was performed at the glacial dip which occurred within the Dålk Glacier on January 30, 2017. The research included tacheometric survey, ice core drilling, thermal drilling, GPR sounding at frequencies 150 MHz and 900 MHz, electromagnetic sounding at CDP methodic and hydrological observation. Using the tachometric data and preliminary results of the GPR survey we specified morphometric characteristics of the dip at the moment of its formation. Due to preliminary estimates, the volume of the subglacial reservoir, which existed before the outburst, occurred was 708690 m³ with the average depth of 32 m. A year after, in January 2018, there is a cavern with size of 188×250 m and the average depth about 27 m. Its area did not change significantly. To evaluate the main parameters of the outburst we used the model of Yu.B. Vinogradov complemented with accounting the existence of the ice layer above the water surface. A digital model of the surface of the dip necessary for modeling was achieved with tacheometric survey. Hydrographs for channels with length 764 m, 821 m, 971 m and 1134 m were computed. Maximal water discharge (515 m³/s) is observed at the first case (764 m long channel) in 4 hours 36 minutes from the beginning of the effusion. Time of the water propagation to the Prudz Bay is 7 hours 20 minutes with maximal discharge estimated as 312 m³/s.

Keywords: subglacial reservoirs, subglacial floods, subglacial hydrology, subglacial processes, East Antarctica, Progress station