

УДК 551.324

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ ЛЕДНИКОВ МАЛЫЙ УИГГЭНС (АНТАРКТИЧЕСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) И ДОМАШНИЙ (ОСТРОВ ГАЛИНДЕЗ)

Бахмутов В.Г., д. геол.-мин. наук¹, Ващенко В.Н.², д. ф.-м. наук, Грищенко В.Ф., канд. геогр. наук³, Корчагин И.Н., д. геол.-мин. наук¹, Левашов С.В.¹, Пищаный И.Н.¹

¹ НИИ геофизики АН Украины, *bakht@igph.kiev.ua*

² Украинский Антарктический Центр

³ Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, *snowgvf@mail.ru, snowgvf@ukr.net*

У роботі викладено результати вимірювань льодової потужності льодовика Домашній, що розташований на острові Галіндез, та льодовиків Малий Уїггенс і Великий Уїггенс – на Антарктичному півострові, виконаних методами радіолокації й електрорезонансного зондування.

Введение

Важность точной оценки мощности ледников несомненна, поскольку позволяет определить запасы воды в нем, проследить за динамикой и тенденцией изменений их массы. Впервые измерения толщины ледового покрытия ледника Домашний на острове Галиндез были выполнены сотрудниками Института географии Российской Академии наук Мачеретом Ю.Я. и Москалевским М.Ю. совместно с зимовщиками Второй Украинской антарктической экспедиции в 1998 г. Во время проведения Девятой экспедиции в 2004 г. на этом же леднике измерения мощности выполнили сотрудники НПП «Геопром» Левашов С.В. и др.

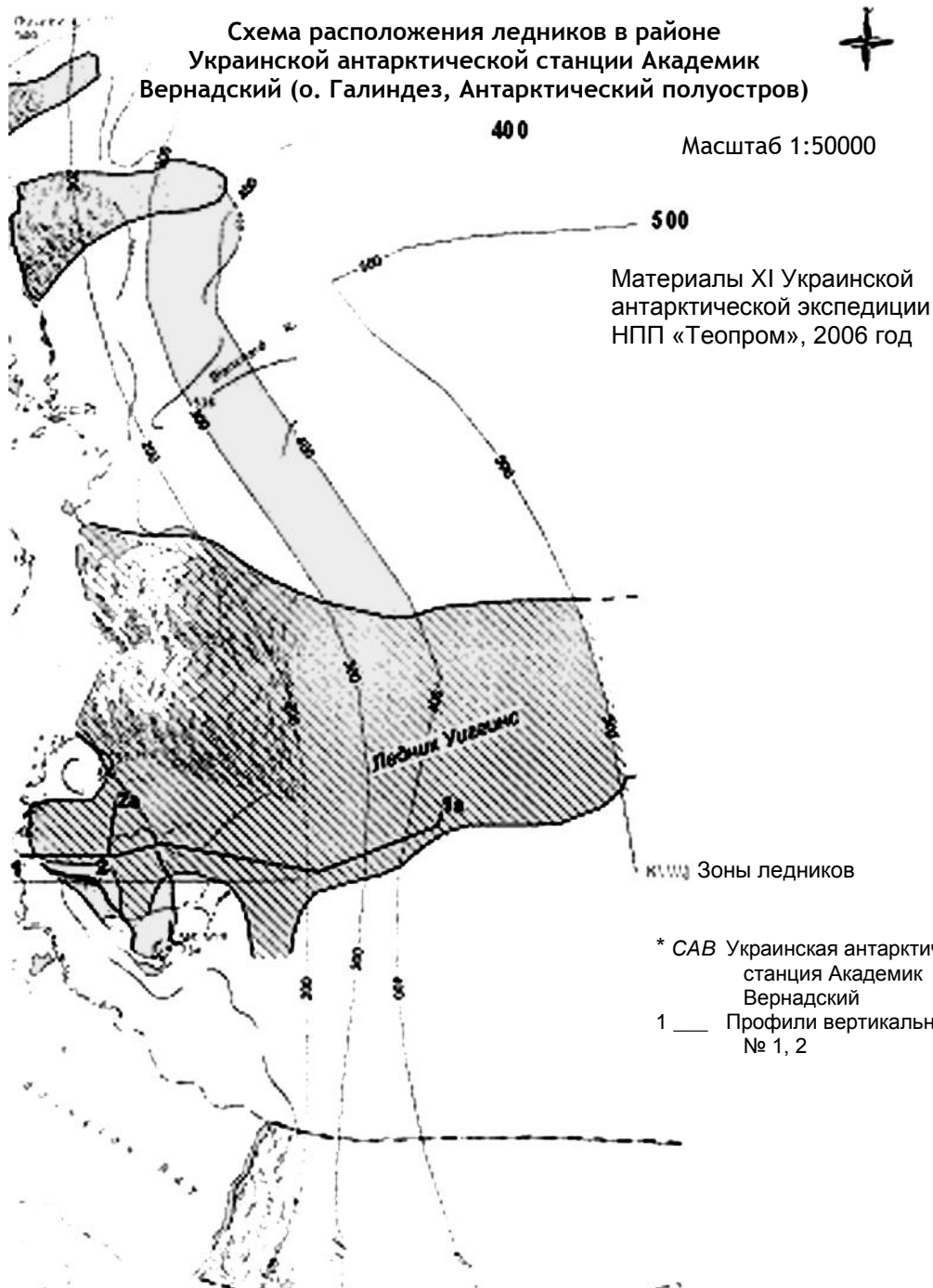
Описание объектов измерений

В районе Украинской антарктической станции на Антарктическом полуострове расположено большое количество ледников, преимущественно выводных. На одном из них, рядом с которым находится убежище Расмуссена, профессором Говорухой Л.С. было предложено организовать гляциологический полигон. Для этого по результатам анализа имеющихся британских карт был выбран большой сложный (дендритовый) выводной ледник Уиггэнс, расположенный на ЗЮЗ склоне в прибрежной зоне Берега Грейама и протянувшийся в сторону ледораздельного плато Брюс на несколько десятков км и в удалении 7,5 км от Украинской антарктической станции Академик Вернадский (УАС).

При проведении натурного обследования, выполненного Грищенко В.Ф., было установлено, что в устьевой части ледник, шириной около 480 м, круто ниспадает в пролив Пенола. В плане имеет неправильную форму с коротким правым «плечом» длиной около 500 м от берега моря до вершины г. Edge Hill (286 м абс.). От нее дугой, выгнутой к вершине г. Mill (734 м абс.), длиной около 1500 м, между бассейнами ледников Малый и Большой Уиггэнс (названия условные, на британской карте выделен только один ледник – Уиггэнс) протянулся четко выраженный ледораздел. То есть ледник Малый Уиггэнс является абсолютно автономным, с явно выраженным ложем, вытянувшимся дугой по северному склону вершины г. Mill к середине ледника и круто поворачивающим на запад до впадения ледника в море. Левое «плечо» ледника от вершины г. Mill в виде неровного гребня спускается к проливу Пенола.

Площадь ледника по карте – 1,72 кв. км. Основная часть ледника – около 80% – расположена в пределах 200 м абс, в зоне ледяного питания (инфильтрационно-конжеляционной) и, в меньшей степени, фирново-ледяной (инфильтрационной) и фирновой (теплой инфильтрационно-рекристаллизационной). Верхняя часть ледника, расположенная несколько ниже вершины Mill, около 600–700 м абс. достигает зоны фирновой границы. [2]

Основными источниками питания ледника являются аккумуляция на нем твердых атмосферных осадков в виде выпавшего снега, метелевого снега, привнесенного из других ледосборных бассейнов, сход на ледник со склонов снежных лавин. Убыль массы ледника – его абляция происходит за счет таяния снега, его сноса ветром за пределы ледника и за счет «отела» ледника (откола его части) в виде айсбергов.



Ледник на острове Галиндез под рабочим названием Домашний является типичным для прибрежной зоны Западной Антарктики покровным ледником типа островной ледяной шапки [3], цельная часть которой имеет размер 400x400 м и большей своей частью лежит на каменном ложе, местами – на небольших заливах, глубиной более 10 м.. Отдельные фрагменты ледника расположены в краевых понижениях рельефа. Из общей площади острова около 1 км² более 80% покрыто льдом. Толщина ледяной шапки, измеренная в марте 2004 г. Левашовым С.П. и Пищаным Ю.М. методом вертикального электрорезонансного зондирования, достигает 45 м, хотя в районе ледяных обрывов, где из-за трещин измерения невозможны, она, очевидно, больше. По предположению [6], ледник является реликтом шельфового ледника, покрывавшего некогда прибрежные районы Антарктического полуострова, в том числе все острова Аргентинского архипелага, в состав которых входит и о. Галиндез. Этот же автор показал, что ледник находится в состоянии равновесия и его уровень коррелирует с циклическими изменениями среднегодовой температуры.

В соответствии с классификацией П.А.Шумского, уточненной затем в Гляциологическом словаре [1], ледник Домашний расположен в теплой фирновой (теплой инфильтрационно-конжеляционной) зоне, которая характеризуется интенсивным в летний период поступлением в толщу льда значительного количества талой воды. Основная форма образования льда данной зоны идет в равной степени за счет инфильтрационного замерзания этой воды, заполняющей все поры снега и фирна, и за счет оседания с рекристаллизацией. В периоды потепления, которые участились в этом районе в последние годы, происходит трансформация теплой фирновой зоны льдообразования в зону абляции в случае, когда на поверхность выходит лед, который начинает таять.

Методы и результаты измерений

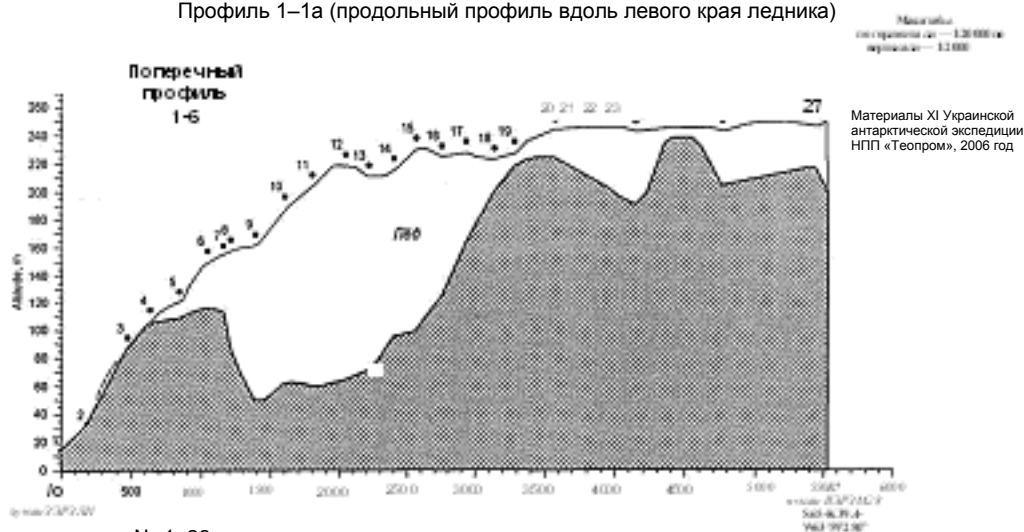
Впервые полноценные измерения мощности льда на леднике о.Галиндез, удачно названного профессором Говорухой Л.С. «Домашним», были выполнены ведущими научными сотрудниками Института географии РАН д.г.н. Мачеретом Ю.Я. и к.г.н. Москалевским М.Ю. (при помощи и содействии зимовщиков 2-й Украинской антарктической экспедиции) в период с 3 по 10 января 1998 г. в 31-й точке.

Радиолокационные измерения проводились с помощью видеоимпульсного радиолокатора, предназначенного для зондирования ледников толщиной до 300–400 м в 31-й точке по 4-м профилям в центральной части ледникового купола. Передающее и приемно-регистрирующее устройства вместе с источниками питания – 12-вольтовыми аккумуляторами были смонтированы на двух санях Нансена, которые транспортировались с помощью снегохода. Приемная и передающая антенны располагались колинеарно; расстояние между их центрами составляло 26 м.

В результате радиолокационных исследований были получены схемы толщины льда и подледного рельефа ледникового купола и определена скорость распространения радиоволн во льду. Максимально измеренная толщина льда составила 59 м. Подледное ложе примерно на 30% площади купола лежит ниже уровня моря с отметками до –16 м.

Результаты определения мощности ледового покрытия ледника Уиггинс на Антарктическом полуострове в районе Украинской антарктической станции Академик Вернадский
(по данным метода вертикального электрорезонансного зондирования ВЭРЗ)

Профиль 1–1а (продольный профиль вдоль левого края ледника)



№ 1–28 – пункты определения мощности ледового покрытия ВЭРЗ!

! Зона ледового покрытия

Профиль 2–2а (точки 1-6) (поперечный профиль)



№ 1–6 – пункты определения мощности ледового покрытия ВЭРЗ

Зона ледового покрытия

Измеренная средняя скорость распространения радиоволн $-167,8 \pm 2$ м/мкс близка к скорости в сплошном льду при температуре вблизи точки таяния, равной $168 \pm$ м/мкс, [5]; т.е., по данным измерений, авторы полагают, что ледник Домашний относится к ледникам «теплого» типа, который содержит около 0,03% воды.

В IX экспедиции 2004 г. Левашов С. П. и др. [4] провели измерения мощности этого же ледника методом вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) по четырём профилям – одному поперечному и трем продольным. Общее количество точек зондирования по профилям – 60. Максимальная мощность ледового покрытия определена в его южной части – 45,5 метра. На западном крыле ледника определен участок подледникового озера. По результатам работ построены карты мощности ледового покрытия и трёхмерная модель рельефа острова Галиндез с ледовым покрытием и без него.

В XI экспедиции 2006 г. этими же сотрудниками аналогичные измерения были проведены на леднике Малый Уиггэнс и небольшом участке ледника Большой Уиггэнс (названия условные). ВЭРЗ проводилось по двум профилям – продольному длиной 5500 м и поперечному длиной 500 м. Продольный профиль проложен вдоль южного борта ледника в широтном направлении. Поперечный профиль 2-2а (1-6) ориентирован вдоль берега океана на расстоянии 1000 м (см. рис.1, 2). Северная и центральная части ледника покрыты многочисленными трещинами, поэтому положение профилей осложнено. Вдоль продольного профиля выполнено 28 пунктов вертикального зондирования, вдоль поперечного – 6. Максимальная мощность льда измерена по продольному профилю в пункте №12 в двух километрах от береговой линии и составляет 162 м – в этом месте с южной стороны в ледник впадает ледовый приток.

Выводы

Впервые в Украинских антарктических экспедициях выполнены частичные измерения толщины льда как на небольшом леднике Домашний (типа ледовой шапки), так и на выводных ледниках Малый Уиггэнс и Большой Уиггэнс.

Авторы полагают, что оба описанных метода заслуживают внимания, оба являются уникальными способами измерений толщины ледников. Вместе с тем если радиолокационный метод потребовал значительных затрат времени и физических сил, то применение метода вертикального электрорезонансного зондирования позволяет в значительно более короткие сроки и с меньшими усилиями проводить измерения мощности ледников при незначительных расхождениях в результате.

Уже при организации очередных экспедиций (в сезонных и даже, возможно, и в зимовочных) необходимо предусмотреть работы по измерению мощности ледников в более полном объеме, желательно по всей площади ледника, естественно, с соблюдением правил безопасности.

Литература

1. **Гляциологический** словарь. Под ред. В.М.Котлякова. – Л: Гидрометеиздат. – 1984, 528 с.
2. **Говоруха Л.С.,** Тимофеев В.Е. О состоянии гляциоклиматической системы Антарктического полуострова. // Бюлетень УАЦ. – 1998.– Вип.2. – С.70–76.
3. **Говоруха Л.С.** Гляциологические исследования на острове Галиндез. // Бюлетень УАЦ. – 1997.– Вип.1. – С.67–76.
4. **Левашов С.П.,** Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Электрорезонансное зондирование и его использование для решения задач экологии и инженерной геологии // Геологический журнал. – 2003. – № 4. – С. 24–28.
5. **Мачерет Ю.Я.** Радиолокационное зондирование горных ледников. – Соврем. проблематика дист. исслед. геосистем. М., 1983, с.160–168.
6. **Thomas R.H.** Studies on the Ice Cap of Galindez Island, Argentine Islands. // Br. Antarct. Surv. Bull. – 1963. – No. 2. – P.27–43.