

Жидкая вода в ледниках.

Рецензия на книгу «Вода в ледниках. Методы и результаты геофизических и дистанционных исследований»

В издательстве ГЕОС в начале 2015 г. выпущена книга известных российских учёных А.Ф. Глазовского и Ю.Я. Мачерета «Вода в ледниках. Методы и результаты геофизических и дистанционных исследований». Объём книги — 50 печатных листов. Работа А.Ф. Глазовского и Ю.А. Мачерета включает в себя введение, четыре главы и заключение, изложенные на 527 страницах текста, и содержит множество иллюстраций, схем, графиков и таблиц. Основному тексту предшествует предисловие академика В.М. Котлякова, затем следуют введение, четыре главы, заключение на русском и английском языках и список цитируемых отечественных и, в основном, зарубежных источников на 40 страницах.

Уже в первой фразе Введения авторы отмечают, что именно присутствие воды в ледниках ответственно за их режим и динамику и за реакцию на изменения климата, с чем трудно не согласиться. Но невольно возникает вопрос: разве само наличие воды в ледниковом льду и периодические изменения её количества не являются результатом современного состояния климата, его вариаций в недалёком прошлом и соответствующих изменений толщины льда и, возможно, механизма движения ледников и ледниковых щитов? Поэтому, начиная заочное обсуждение известного вопроса «а откуда мальчик?», приступаешь к более внимательному чтению этого 500-страничного труда.

Результаты проведённых авторами исследований и подробный обзор сведений, почёрпнутых из публикаций в отечественных и зарубежных научных изданиях, изложены в четырёх главах. Каждая из глав сопровождается таблицами, аналитическими и иллюстративными материалами, подтверждающими выводы, приведённые в завершении главы. Безусловно, по отдельным аспектам исследований у специалистов в данной области науки могут быть замечания и иные мнения, однако авторы достаточно убедительны в своих выводах.

В первой главе «Вода в ледниках: современные представления» авторы, рассматривая гидротермическое состояние и режим ледников, зоны льдообразования и их гидротермический режим, пути поступления и включения воды в ледниках, базируются на классических трудах М. Лагалли, Г.А. Авсюка, П.А. Шумского, В.Г. Ходакова, А.Н. Кренке и современных работах отечественных и зарубежных исследователей, приводят информацию о водопроницаемости и влагосодержание фирна и «тёплого» льда, о дренажных системах ледников и их взаимодействии, о переохлаждённой воде под ледниками. Переходя к анализу влияния воды на дина-

мику ледников, динамическую нестабильность ледников и к выводам по первой главе, авторы делают заключение, что наличие воды в толще ледников и у ложа определяет не только их гидротермическое состояние, но и динамику ледников, в том числе скорость донного скольжения, а также вертикальные смещения их поверхности. При этом отмечается множество недостаточно изученных факторов, но авторы «забывают» упомянуть такой фактор, как представления о механизме движения ледников.

В 13 разделах второй главы «Дистанционные и геофизические методы исследования воды в ледниках» на 190 страницах анализируются возможности использования дистанционных (прежде всего космических) и геофизических методов для решения задач, связанных с обнаружением воды на границах или внутри массивных ледяных тел. Отметим, что рассматриваемые методы направлены непосредственно на обнаружение и распределение воды в ледниках, а не на исследование этой воды, как это следует из названия главы. В частности, можно заметить, что исследование, в том числе и численное моделирование распределения воды на границах кристаллов льда, а точнее квази-воды с толщиной слоя, не превышающего размеров кластеров при данной температуре, позволило бы оценить ту её часть, которая физически не может участвовать в процессах миграции и стока.

В первых трёх разделах этой главы, а именно «Области поверхностного таяния», «Поверхностная дренажная сеть» и «Наледниковые озёра и водоёмы», рассмотрены используемые в настоящее время аппаратура и методика космического (дистанционного) зондирования в широком диапазоне длин волн, методы, возможности и надёжность дешифрирования получаемых данных, а также полученные в настоящее время результаты.

Основные положения следующих трёх разделов «Идентификация политермических ледников по характеру радиолокационных отражений», «Содержание воды в ледниках» и «Методы измерения скорости распространения радиоволн в ледниках» в определённой степени базируются на материалах и методах, разработанных одним из соавторов, Ю.Я. Мачеретом, и вошедших в своё время в его докторскую диссертацию и последующую монографию. Эти разделы посвящены методике оценки содержания и распределения воды в ледниках по наличию и расположению внутреннего отражающего горизонта радиоволн (ВОГ), по мощности обратного рассеяния и скорости распространения радио- и сейсмических волн, а также методам измерения их

рассеяния и распространения в ледниках и возможным ошибкам при определении скорости прохождения радиоволн и содержания воды во льду.

В последующих разделах второй главы «Макроскопления воды в толще и у ложа ледников», «Условия на нижней границе ледников» авторы приводят имеющиеся литературные сведения о наличии и распределении крупных трещин вблизи ложа ледников, об изменениях их количества, размеров и степени заполненности водой и об особенностях их расположения. В этих разделах приведены также сведения о зависимости отражения радиоволн от характеристик ложа, в частности степени его шероховатости, а также об оценке условий на ложе и возможности обнаружения тонких слоёв воды по результатам сейсмозондирования. Особый интерес, обусловленный в том числе существованием и загадками озера Восток, представляет собой раздел «Крупные скопления воды на ложе». В этом разделе приводятся сведения об особенностях поверхности снежно-ледяной толщи над такими водными массивами, оценке их размеров и регулярно фиксируемых методами спутниковой альтиметрии данных о периодических изменениях высоты поверхности ледниковых массивов над ними. Вместе с тем трактовка периодических изменений уровня снежно-ледяной поверхности над скоплениями воды на ложе как результат опорожнения каскада относительно мелководных подледниковых озёр представляется не во всём достаточно обоснованной и не может рассматриваться как единственная из возможных.

В четырёх заключительных разделах второй главы изложены особенности дистанционного исследования плавучих и шельфовых ледников: «Условия на нижней поверхности плавучих ледников», «Дистанционные методы определения линии налегания плавучих ледников», «Скорость донного таяния у линии налегания ледников» и «Таяние в краевой части плавучих ледников». Здесь представлены результаты многолетних российских и зарубежных исследований по картированию линии налегания, охарактеризованы методы дистанционной оценки её положения и оценки интенсивности процессов таяния и намерзания, развивающихся на поверхностях контактирования ледников с водой различной солёности за пределами линии налегания.

Третья глава книги «*Вода в ледниках Арктики и Антарктики: опыт применения геофизических методов*» содержит три основных раздела «Районы и объекты исследований», «Радиолокационная аппаратура и методика исследований», «Результаты исследований». В качестве основного вывода этой главы авторами предлагается заключение об определённом согласовании пространственно-временных вариаций содержания воды в ледниках с их движе-

нием и механизмами подвижек, основанием для которого послужили результаты исследований с применением методики наземной радиолокации, используемой авторами при исследованиях на политермических ледниках Ханс, Фритьоф, Тавле, плато Амундсена на Шпицбергене и ледниках Джонсонс и Хард на о. Ливингстон в Субантарктике.

Четвёртая глава книги «*Распределение и динамика воды в ледниках: результаты дистанционных и геофизических исследований*» содержит 11 основных разделов: «Содержание воды в теплых и политермических ледниках», «Изменения содержания воды и гидротермической структуры», «Связь гидротермического состояния политермических ледников с их подвижками», «Гидравлический потенциал и подледниковая дренажная сеть», «Таяние—намерзание под ледниковыми покровами по данным численного моделирования», «Таяние—намерзание под шельфовыми ледниками Антарктиды», «Таяние—намерзание под ледяными потоками и выводными ледниками», «Влияние подледниковой гидрологии на динамику ледников», «Подледниковые озёра в Антарктиде», «Внутренние отражающие слои и свободная от радиоэха зона», «Подледниковые дренажные сети ледниковых покровов». В первых трёх разделах авторы, в частности, отмечают, что содержание воды в тёплых и политермических ледниках может изменяться от 2 до 9% и в целом может соотноситься с суточными, сезонными и длительными многолетними вариациями погодных и климатических условий и даже с изменениями условий льдообразования, вследствие чего «сопутствующие» изменения скорости движения ледников не всегда удаётся строго согласовать с «предшествующим» температурным сигналом, что, в свою очередь, отражается на попытках численного моделирования.

Длинный перечень рассматриваемых на почти 170 страницах этой главы гляциологических, геофизических и гидрологических проблем можно рассматривать как подведение итогов определённого цикла исследований, характеризующегося широким географическим обобщением, о чём свидетельствуют и география собственных работ авторов, и обширный список литературы, творчески обработанный авторами.

Полагаю, что ознакомление широкого круга климатологов, гляциологов, гидрологов и, конечно, геофизиков с книгой А.Ф. Глазовского и Ю.Я. Мачерета будет способствовать прогрессу научных знаний в области гляциологии и широкому использованию методов геофизических и дистанционных исследований.

Доктор географических наук В.Н. Голубев