

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В МОРЕ ЛАПТЕВЫХ В ХОДЕ РЕЙСА НИС «ИВАН ПЕТРОВ» В 2018 ГОДУ

Бочкарев А.В., Матвеева Т.В., Гусев Е.А.

ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

В ходе рейса НИС «Иван Петров» в 2018 году, в западной части моря Лаптевых проведены измерения плотности теплового потока зондовым методом. Получены кондиционные значения геотермического градиента, теплопроводности верхнего слоя осадков и плотности теплового потока на двух станциях. Плотность теплового потока в данном районе западной части моря Лаптевых оценена в 69 мВт/м².

Ключевые слова: *геотермические измерения, геотермический градиент, тепловой поток, море Лаптевых, нестационарность теплового поля*

Геотермические исследования являются одним из основных методов изучения земной коры. Результаты этих исследований позволяют определить глубины температурных интервалов катагенетического преобразования ОВ при поисках углеводородов, рассчитать границы зоны стабильности газовых гидратов, необходимы для понимания тектонического развития. Акватория Северного Ледовитого океана является слабоизученной областью в геотермическом отношении. Особенно это касается шельфа Восточно-арктических морей. На сегодняшний день, в море Лаптевых имеются лишь единичные измерения теплового потока, расположенные на континентальном склоне на границе с котловиной Амундсена [Drachev et al, 2003].

При проведении геолого-съёмочных работ масштаба 1:1 000 000 в западной части моря Лаптевых в 2018 году на НИС «Иван Петров» [Гусев и др., 2019], в качестве дополнительных исследований было осуществлено измерение характеристик теплового поля зондовым методом. Работы производились на профиле из 3 станций расположенном вкрест простирания желоба Старокадомского (Рис. 1). Глубина моря на участке работ составляет от 213 до 267 метров.

На станции 1851 произведено измерение температурного градиента и теплопроводности верхнего слоя осадков. На станциях 1852 и 1853 произведено по три измерения температурного градиента. В точке измерений 1852-3 была также определена теплопроводность осадка. Таким образом, в 7 точках измерений получены значения термоградиента, а в двух точках измерений - значения теплопроводности осадков *in situ*. Кроме того, на всех трех станциях получены температурные профили водной толщи от поверхности воды до дна.

Измерения проведены с помощью морского погружного термозонда Геотерм, производства НПП «Ленарк» с разрешающей способностью измерения термоградиента-0,001 К°/метр. Измерительная часть прибора представляет собой комплекс из 6 высокоточных датчиков температуры длиной 20 см, расположенных на расстоянии 30 см друг от друга и одного датчика теплопроводности длиной 50 см, расположенного в нижней части зонда. Измерительная база прибора составляет 2,5 метра. Однако, вследствие разгерметизации верхнего датчика при проникновении в грунт, его показания оказались некондиционными и не использовались при расчете температурного градиента. Таким образом, в качестве измерительной базы зонда для расчета температурного градиента был использован диапазон от 0,5 до 2,5 метров, расположенный в нижней части зонда.

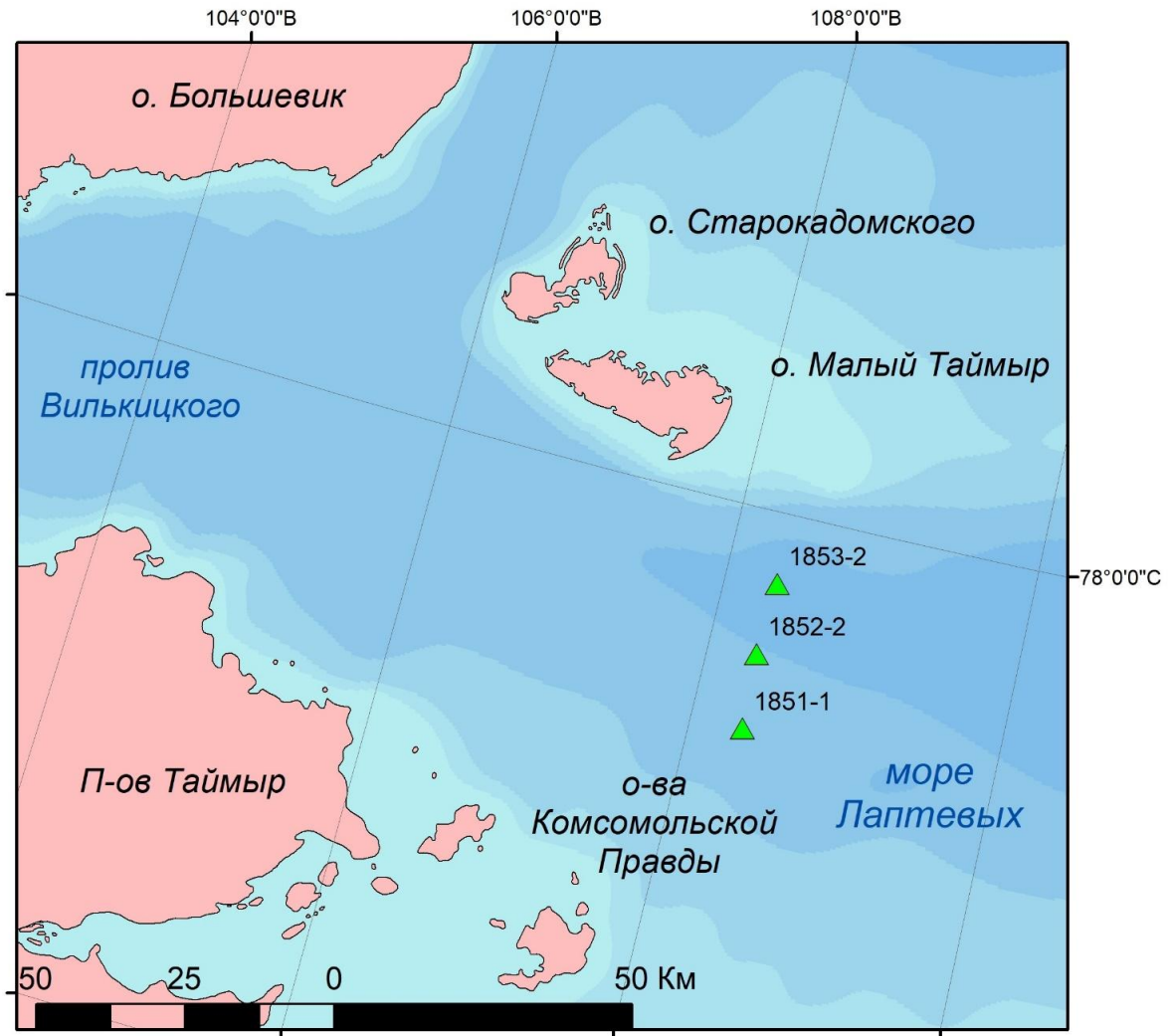


Рис.1 Район геотермических работ в море Лаптевых

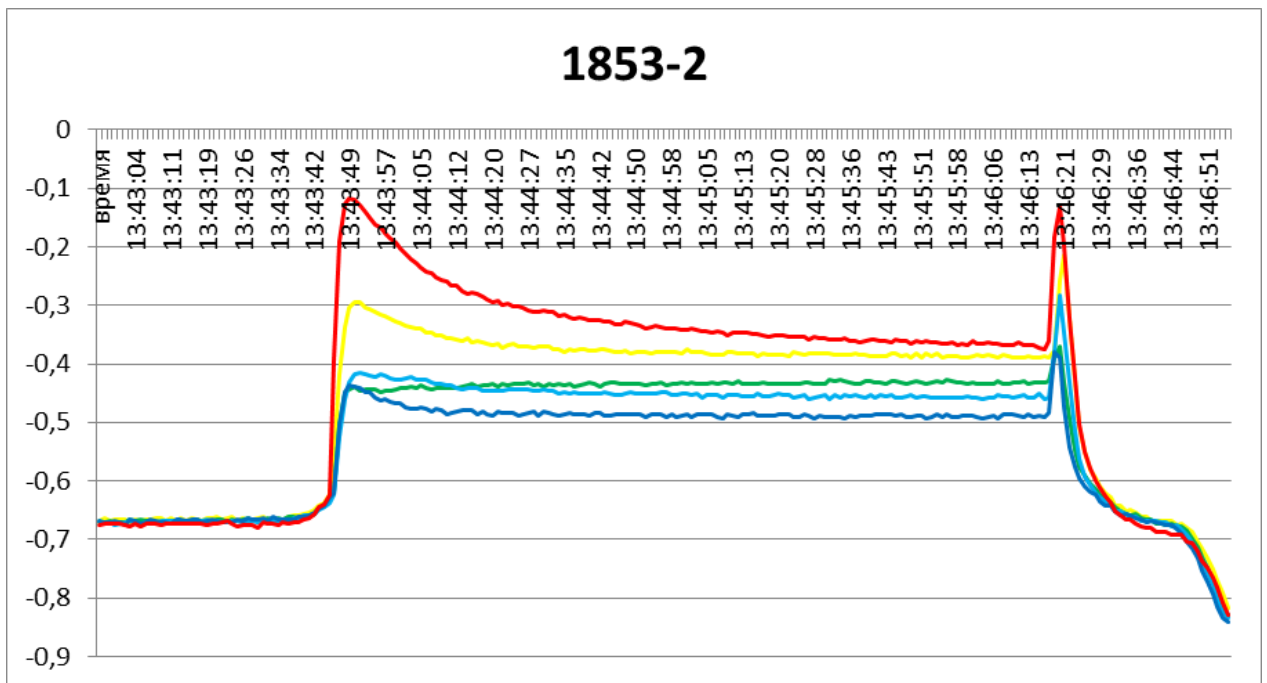


Рис.2 Термограмма точки измерения 1853-2

Геотермический градиент определяется как разность температур осадков на разной поддонной глубине. Для учета влияния нагревания грунта от трения в процессе внедрения зонда, необходимо выждать 3-5 минут для восстановления естественного теплового поля (Рис.2).

Результаты определения геотермического градиента зондовым методом, приведены в Табл. 1.

Теплопроводность осадков определяется как функция от скорости изменения температуры отложений при нагревании датчика теплопроводности с определенной мощностью. Значения теплопроводности осадков, измеренные *in situ* в точках наблюдения 1851-1 и 1852-3, составили 1,026 и 1,025 Вт/(м*К) соответственно.

Плотность теплового потока на станциях 1852 и 1853 рассчитана исходя из значения теплопроводности полученного в точке 1852-3 и геотермических градиентов в каждой точке измерений.

Табл. 1. Значения геотермического градиента и теплового потока в западной части моря Лаптевых

Точка набл.	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Глубина, м	Термо-градиент мК/м	Тепловой поток, мВт/м ²
1851-1	77°40'14,5''	108°20'53,9''	213,8	104	107
1852-1	77°47'03,2''	108°19'38,5''	250,9	57	59
1852-2	77°47'04,5''	108°19'24,7''	251,5	66	68
1852-3	77°47'07,5''	108°19'14,6''	251,1	65	67
1853-1	77°53'32,0''	108°20'57,3''	267,6	80	82
1853-2	77°53'39,0''	108°20'53,7''	266,9	68	70
1853-3	77°53'51,9''	108°21'04,8''	267,8	68	69

Полученные на станциях 1852 и 1853 данные хорошо согласуются с предполагаемыми значениями для данного района. Однако, следует отметить повышенное значение теплового потока в 107 мВт/м², наблюдаемое на станции 1851. Это объясняется влиянием колебаний температуры придонных вод, вызвавших нестационарность теплового поля в точке измерения. Необходимо учитывать, что измерения проводились в непосредственной близости от пролива Вилькицкого, обеспечивающего транспорт холодных водных масс из западно-арктических морей в глубоководную часть СЛО [Janout et al, 2017]. На температурном профиле водной толщи на станции 1851, в отличие от других профилей, наблюдается непосредственная близость низкотемпературного слоя воды, отделяемого от дна узким (около 15 метров) относительно теплым придонным слоем (Рис.3).

Воздействие холодных водных масс вызвало понижение температуры дна на 0,5 градуса. В свою очередь, возникшее некомпенсированное возмущение приповерхностного теплового поля повлияло на определение теплового потока зондовым методом. В отсутствие данных о длительности и амплитуде теплового воздействия придонных вод, и невозможности внести соответствующие корректировки, полученное на станции 1851 значение теплового потока признано некондиционным по причине неопределенного влияния экзогенного фактора.

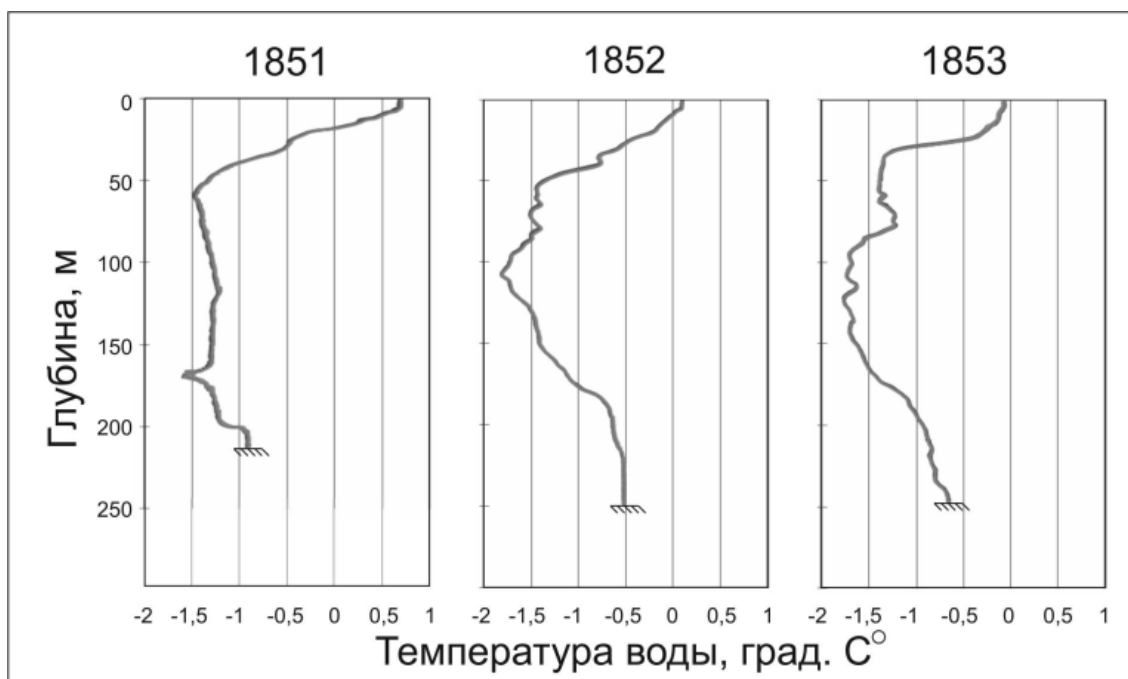


Рис. 3 Температурные профили водной толщи

В результате проведенных геотермических исследований получены данные о тепловом потоке на двух станциях, расположенных в западной части моря Лаптевых. Среднее значение плотности теплового потока в районе исследования составило - 69 мВт/м².

ЛИТЕРАТУРА

Гусев Е.А., Крылов А.А., Новихина Е.С., Литвиненко И.В., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Первые результаты морских геологосъемочных работ в желобе Воронина (Карское море) и на континентальном склоне моря Лаптевых // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2019. Выпуск 5. С. 38-42. doi:10.24411/2687-1092-2019-10508

Drachev S.S., Kaul N., Beliaev V.N. Eurasia spreading basin to Laptev Shelf transition: structural pattern and heat flow // Geophysical Journal International. 2003. Vol. 152. Is. 3. P. 688–698. doi: 10.1046/j.1365-246X.2003.01882.x

Janout M.A., Holemann J., Timokhov L., Gutjahr O., Heinemann G. Circulation in the northwest Laptev Sea in the eastern Arctic Ocean: Crossroads between Siberian River water, Atlantic water and polynya-formed dense water // Journal of Geophysical Research. Oceans. 2017. Vol. 122. Is. 8. P. 6630–6647. doi: 10.1002/2017JC013159

RESULTS OF GEOTHERMAL MEASUREMENTS IN THE LAPTEV SEA DURING THE CRUISE R/V “IVAN PETROV” IN 2018

Bochkarev A.V., Matveeva T.V., Gusev E.A.

VNIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

During the cruise of the Ivan Petrov R/V in 2018, in the western part of the Laptev Sea, surface heat flow measurements were carried out. At two stations, values of geothermal gradient, thermal conductivity of near-bottom sediments and heat flow were obtained. The heat flow in the area of the western part of the Laptev Sea is estimated at 69 mW/m².

Keywords: geothermal measurements, geothermal gradient, heat flow, Laptev Sea, heat field nonstationarity