

УДК 551.465+519.63

## Численное моделирование формирования аномалий температуры в море Лаптевых, обусловленных стоком реки Лены

М.В. Крайнева, В.В. Малахова, Е.Н. Голубева\*

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН  
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6*

Поступила в редакцию 28.01.2015 г.

На основе численного моделирования исследуется возможность существования температурных аномалий в шельфовой зоне моря Лаптевых, обусловленных тепловым стоком р. Лены. Для определения температуры реки на выходе в шельфовую зону используются формулы линейной регрессии, связывающие температуру воды и приземного слоя атмосферы. Показано, что температурные аномалии, зависящие от речного стока, могут достигать 2 °С не только в поверхностных, но и в придонных водах шельфовой зоны моря Лаптевых, однако эти аномалии существуют только в течение летнего периода. На основе модельных экспериментов получено, что повышение придонной температуры воды на 2 °С в августе и сентябре приводит к увеличению скорости протаивания придонных мерзлых пород в районе дельты р. Лены.

*Ключевые слова:* море Лаптевых, циркуляция вод, тепловой сток реки Лены, Восточно-Сибирский шельф; Laptev Sea, water circulation, heat flow of the Lena River, East Siberian Shelf.

### Введение

Состояние шельфа Восточной Сибири контролируется множеством климатических процессов, среди которых изменчивость атмосферной динамики, определяющей процессы образования и таяния морского льда, его дрейф и циркуляцию вод в поверхностном слое Северного Ледовитого океана (СЛО), а также сток сибирских рек. Река Лена поставляет ежегодно более 513 км<sup>3</sup> пресной воды в прибрежную зону юго-восточной части моря Лаптевых, что создает условия для формирования стокового фронта, определяет термохалинную циркуляцию региона и оказывает влияние на процессы формирования морского льда [1].

Речные воды служат также поставщиком тепла в шельфовую зону, что имеет особое значение для арктических морей, где береговая линия активно изменяется под действием термоабразии [2]. Тепловой сток рек – важный фактор гидрологического и экологического состояния водных объектов. Несмотря на относительно низкие значения температуры воды, суммарная величина притока тепла от рек в арктические моря России оценена в  $78600 \cdot 10^{12}$  кДж/год [3]. Это объясняется, прежде всего, их высокой водностью и ее первоочередной ролью в формировании теплового стока.

Данные наблюдений отражают гидрологические и биологические изменения для р. Лены, про-

исходящие в последние десятилетия под воздействием внешних климатических факторов. Влияние рек на температурный режим дна арктических морей изучено недостаточно. Считается, что значительное воздействие могут оказывать воды р. Лены, которые прослеживаются до границы морей Лаптевых и Восточно-Сибирского с повышенными температурами и пониженной соленостью морской воды [1, 4]. В [5] показано, что в 2007 г. теплосодержание придонных вод было в два раза выше по сравнению с 2002 г., что, по предположению авторов, обусловлено большим стоком р. Лены в предшествующее лето и более высокой температурой шельфовых вод. Причем придонные воды, изолированные от перемешивания пикноклином, могут оставаться более теплыми, чем промежуточные.

На территории шельфовой зоны моря Лаптевых, находящейся под влиянием речного стока, увеличение температуры воды может оказывать воздействие не только на основные гидрологические составляющие, но и на состояние подстилающей поверхности, которая сложена по большей части многолетнемерзлыми породами [6]. Считается, что океаническая криолитозона представлена отрицательно-температурными донными породами и распространена в мелководной части шельфа арктических морей с глубиной до 100 м.

Протаивание подводных мерзлых толщ происходит преимущественно снизу под влиянием геотермического потока тепла, так как со стороны морского дна существуют в основном отрицательные температуры придонного слоя воды [6]. Однако положительная температура придонного слоя

\* Марина Владимировна Крайнева (krayneva-m@yandex.ru); Валентина Владимировна Малахова (malax@sscc.ru); Елена Николаевна Голубева (elen@ommfao.sccc.ru).

может также оказывать влияние на современное состояние субаквальной криолитозоны. Интенсивность процесса деградации многолетнемерзлых пород и образование таликов среди прочих факторов определяются термическим режимом придонных вод. Расчеты [7–9] показывают, что при заданных сценарных потеплениях и увеличении температуры придонной воды до положительных значений происходит более быстрая деградация верхней части криолитозоны и образование несквозных таликов глубиной до 60 м.

Разрушение подводной мерзлоты и последующая дестабилизация газовых гидратов Восточно-Сибирского шельфа могут привести к быстрому вовлечению огромных количеств метана в современный цикл углерода [10, 11]. По данным экспедиционных исследований, начиная с 2003 г. регистрируется повышенная эмиссия метана в атмосферу из мелководной части шельфа в море Лаптевых [10]. Высказаны предположения, что это происходит в результате высвобождения газа из мелководных шельфовых газогидратов как следствие увеличения проницаемости подводных мерзлых отложений.

Основная цель настоящей статьи – на основе численного моделирования проверить необходимость учета тепла, поставляемого р. Леной в море Лаптевых, в численных моделях шельфовой зоны Северного Ледовитого океана, а также оценить влияние дополнительного теплового сигнала на термический режим донных отложений в районе речной дельты.

## 1. Методы исследования

### 1.1. Учет теплового стока реки

Тепловой поток реки, поступающий в море Лаптевых, определяется температурой речной воды на выходе в море. С 1930-х гг., в соответствии со стандартными процедурами для гидрометеорологических наблюдений в бывшем СССР, ведутся наблюдения за состоянием р. Лены на региональной гидрологической станции Кюсюр три раза в месяц (10, 20 и 30-й дни). Данные по температуре воды доступны на сайте R-ArcticNet [12]. Однако гидрологическая станция Кюсюр расположена более чем в 100 км к югу от выхода р. Лены в море Лапте-

вых, поэтому температура воды в дельте реки и на станции Кюсюр может существенно различаться. Среди возможных подходов моделирования температуры реки два подхода используются наиболее часто: детерминистический и статистический. Детерминистические модели основаны на математическом представлении теплообмена между рекой и окружающей средой. Такие модели включают геометрию потока, гидрологические и метеорологические параметры [13–15]. Преимущество статистических моделей [16], таких как линейные и нелинейные регрессионные модели, в их относительной простоте и необходимости меньшего количества данных. Наиболее удачным является использование регрессионных моделей при высокой корреляции переменных.

В [17] были получены корреляционные связи между среднемесячными данными по температуре воздуха в бассейне р. Лены и данными по температуре воды, собранными в 20-й день месяца на выходе из бассейна. Результаты показали большую положительную корреляцию в сезон открытой воды (95–99%-й уровень доверия). Корреляция выше в августе и сентябре, что является индикатором сильной зависимости температуры потока от температуры воздуха в поздний период открытой воды. Согласно этой работе, температура воды в реке Лене  $T_{riv}$  может быть рассчитана по формулам, представляющим линейную зависимость от температуры воздуха  $T_a$ :

$$T_{riv} = 0,7317 \cdot T_a - 3,956 \quad \text{в июне,}$$

$$T_{riv} = 0,7615 \cdot T_a + 2,7873 \quad \text{в июле,}$$

$$T_{riv} = 1,2245 \cdot T_a - 1,9432 \quad \text{в августе,}$$

$$T_{riv} = 0,8099 \cdot T_a + 2,5627 \quad \text{в сентябре.}$$

Приведенные выше соотношения линейной регрессии были проверены [18] на основе сравнения временного хода температуры воды, полученной с использованием данных реанализа атмосферы NCEP/NCAR, с данными гидрологической станции Кюсюр в период 1948–1995 гг. Корреляция между температурой воздуха из данных реанализа и наблюдаемой температурой воды составила 0,849, 0,665, 0,886 и 0,735 для июня, июля, августа и сентября соответственно (рис. 1).

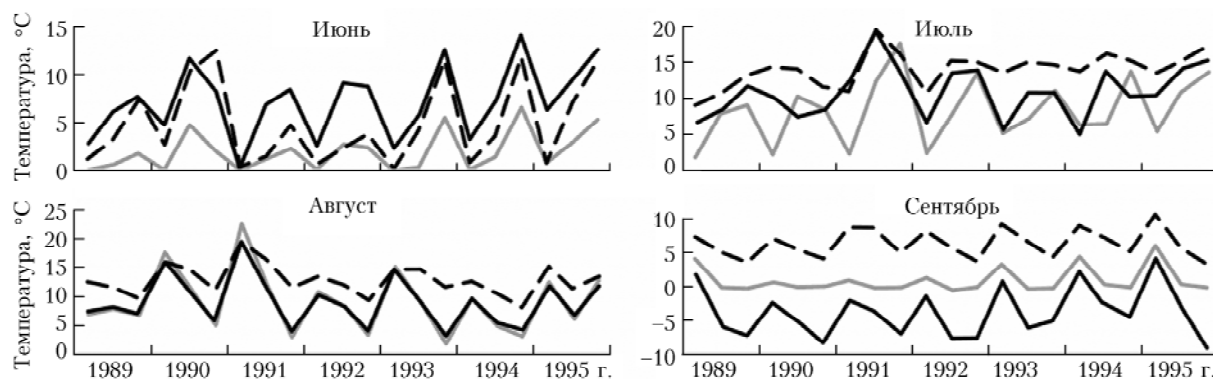


Рис. 1. Температура воздуха (черный), температура воды по данным наблюдений (пунктир) и температура воды, вычисленная на основе регрессионных формул (серый), на станции Кюсюр

Полученные оценки позволили использовать данные соотношения для вычисления температуры речной воды на выходе в море (рис. 2).

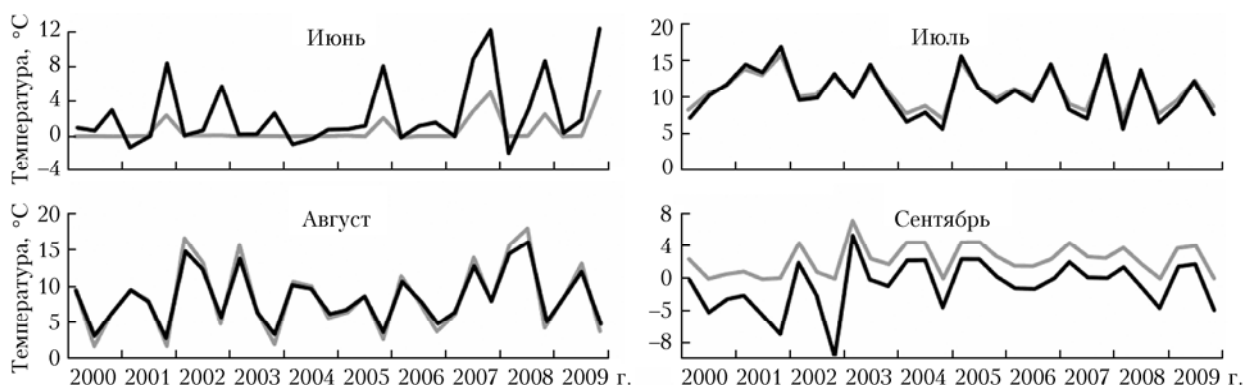


Рис. 2. Температура воздуха (черный) и температура воды, вычисленная на основе регрессионных формул и используемая во втором численном эксперименте (серый)

Температура воздуха для этой цели была взята из данных реанализа NCEP/NCAR в близлежащей точке (71,42° с.ш. и 127,5° в.д.). Полученные значения температуры речной воды использовались в дальнейшем в численном эксперименте для задания потока тепла, поступающего из реки в море Лаптевых:

$$Q = \frac{(T_{riv} - T_{sea})R}{A},$$

где  $T_{riv}$  — температура речной воды;  $T_{sea}$  — температура морской воды;  $R$  — величина расхода реки;  $A$  — площадь боковой поверхности, равная произведению длины участка границы и глубины бассейна на этом участке.

## 1.2. Региональная модель океана и морского льда.

### Постановка численного эксперимента

Региональная численная модель океана и морского льда Института вычислительной математики и математической физики СО РАН была разработана для понимания физических механизмов формирования среднего состояния и изменчивости вод и морского льда северной полярной области Мирового океана. Основой океанической модели [19, 20] является система полных нелинейных уравнений гидротермодинамики океана, выписанных с использованием приближений несжимаемости, Буссинеска, «твердой крышки». Для описания динамики и термодинамики морского льда к модели океана подключена численная модель CICE-3.14 (The Los Alamos Sea Ice Model) [21].

Расчетная область включает акваторию Северной Атлантики с южной границей на 20° ю.ш. и СЛО. Разрешение численной сетки для Северной Атлантики выбрано равным 1°. Севернее 65° используется репроективная сетка, максимальное разрешение которой достигается в приполярном районе и составляет 35 км. В среднем узлы численной сетки

в области СЛО находятся на расстоянии около 50 км. Минимальная глубина шельфовой зоны задана равной 20 м.

Граничные условия на дне не допускают потоков тепла и соли через эти границы, а течение испытывает локальное трение о дно, пропорциональное квадрату придонной скорости. На «твердой» береговой границе ставятся условия отсутствия потока тепла и соли, а также равенства нулю горизонтальной составляющей движения. В области Берингова пролива задается баротропный поток из Тихого океана с расходом 0,8 свердрупов (1 свердруп = 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>/с), несущий водную массу заданной среднемесячной температуры и солёности.

Южная граница области на 20° ю.ш. считается «жидкой границей». Задается баротропный расход воды, соответствующий линейно распределенному удалению части вод через эту границу. Этот расход компенсирует суммарный сброс рек и поступление вод через Берингов пролив. Допускаются условия свободной адвекции температуры и солёности за пределы области и перенос заданных климатических значений температуры и солёности при условии потока, направленного в расчетную область.

Боковые границы для притока пресной воды рек задаются согласно имеющимся данным о среднеклиматическом сезонном изменении стока основных 13 рек Арктического региона. Суммарный сток составляет 8,6 км<sup>3</sup>/день. Кроме того, учитывается также сток 23 рек северной и экваториальной Атлантики, расход которых в среднем составляет 29,7 км<sup>3</sup>/день, полученный на основе базы данных River Discharge Database [22]. Задание расхода рек сопровождается заданием притока пресной воды (с нулевой солёностью) с помощью граничного условия, аналогичного приведенному для расчета потока тепла за счет речного стока.

Начальные распределения полей температуры и солёности соответствуют климатическим данным [23] для зимнего сезона. Использование в качестве модельного форсинга на поверхности океана и льда данных реанализа NCEP/NCAR [24] за период 1948–2012 гг. позволяет моделировать климатические изменения в СЛО, вызванные изменениями

в циркуляции атмосферы. Для изучения влияния теплового стока р. Лены на состояние шельфовых вод моря Лаптевых были проведены два численных эксперимента, которые различались способом учета температуры реки. В первом эксперименте считалось, что поступающая в море речная вода имеет температуру, равную температуре ближайшей шельфовой точки вниз по течению, что исключало поток тепла и оставляло только поток пресной воды. Анализ полученных по регрессионным соотношениям значений температуры речной воды показывает, что они могут быть выше, чем температура вод шельфовой зоны, поэтому во втором эксперименте в летний период (июнь–сентябрь) учитывался тепловой поток на основе рассчитанных значений.

## 2. Результаты численных экспериментов

В результате работы региональной модели восстановлена система взаимодействия водных масс

Северной Атлантики и СЛО, включая циркуляцию вод в морях сибирского шельфа с 1948 по 2012 гг. Результаты моделирования показали, что перераспределение водных масс в регионе связано, с одной стороны, с преобладающим типом циркуляции атмосферы Арктики и водных масс СЛО, с другой – с интенсивностью речного стока.

На рис. 3, *а* представлена циркуляция водных масс в море Лаптевых, полученная по результатам расчетов крупномасштабной модели для летнего периода 2007 г. В поверхностном слое воды вдоль побережья движутся в общем направлении на восток. Это течение носит название Сибирского вдольберегового течения (СВТ). СВТ берет начало в море Лаптевых, откуда распресненные обильным стоком р. Лены воды через проливы Новосибирских островов проникают в западную часть Восточно-Сибирского моря (см. рис. 3, *б*). В соответствии с разрешением численной сетки модели восстановлены только основные черты циркуляции вод и формирования фронта между речными и морскими водами.

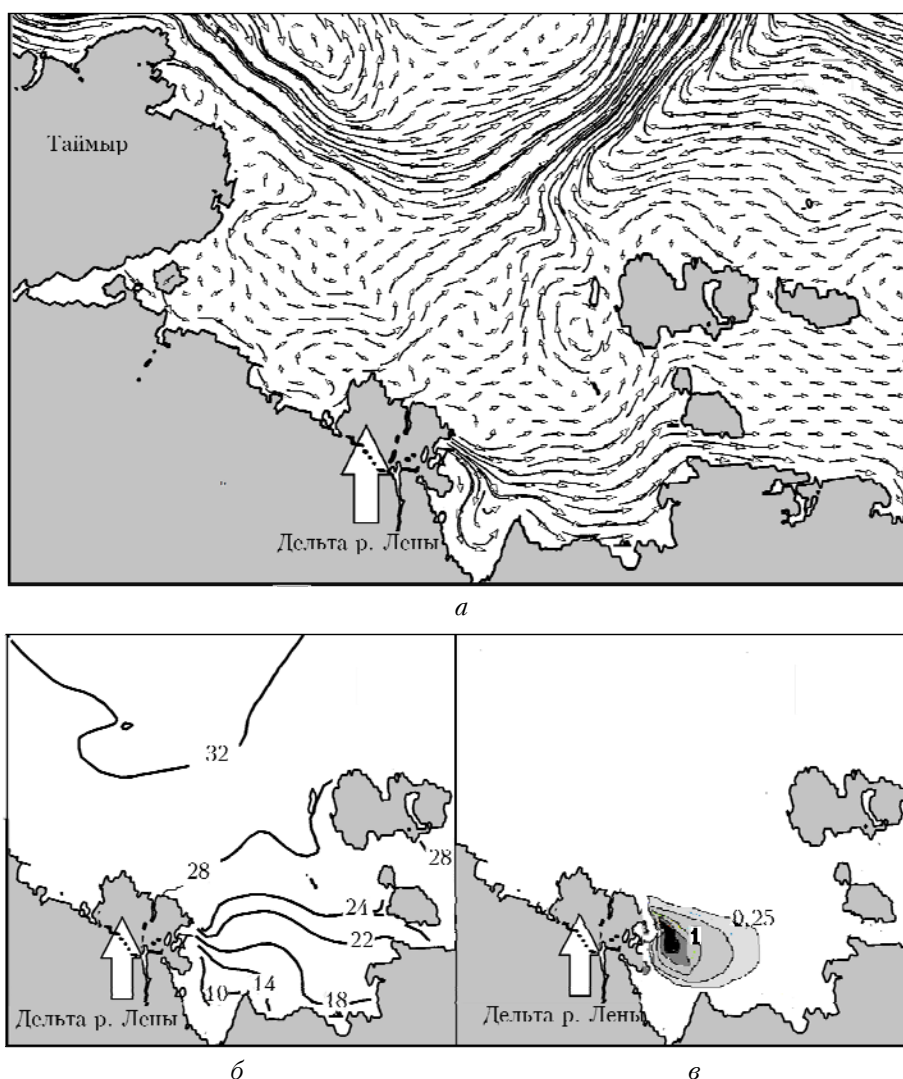


Рис. 3. Рассчитанные в поверхностном слое воды моря Лаптевых для августа 2007 г.: *а* – циркуляция вод; *б* – соленость воды (‰); *в* – аномалии температуры

Основное внимание было уделено формированию температурных аномалий в устье р. Лены и их дальнейшему распространению. Данные реанализа демонстрируют высокие температуры воздуха в июне 2007 г. в дельте Лены (см. рис. 2), которые могли бы способствовать увеличению температуры морской воды и дальнейшему распространению ее в системе СВТ.

Полученная в численном эксперименте аномалия температуры, обусловленная выносом более теплых речных вод, в шельфовых водах в августе 2007 г. достигает 1,8 °С и распространяется на расстояние более 200 км за летний сезон (см. рис. 3, в). Следует отметить, что данная аномалия равномерно распределена по вертикали в непосредственной окрестности дельты, что говорит об интенсивном вертикальном перемешивании речных и морских вод в этой области. В то же время моделируемые температурные аномалии, вызванные стоком р. Лены, имеют локальный характер и исчезают в осенне-зимний период. Анализируя результаты расчетов, мы не обнаружили влияния учета теплового стока реки на формирование ледового покрова моря Лаптевых. Возможно, что в моделях с более подробным разрешением этот процесс будет проявляться ярче.

Сезонная и межгодовая динамика температуры придонного слоя обеспечивают современное состояние подводной мерзлоты и интенсивность процессов ее деградации. Расчеты, проведенные в [25], показали, что при изменении температуры морского дна от 1 до 0 °С время деградации верхней части криолитозоны увеличивается в 1,5–2 раза. Для оценки влияния теплового стока р. Лены на скорость протаивания субаквальной мерзлоты был проведен тестовый расчет на основе модели теплопереноса в грунте в условиях подводной криолитозоны, описанной в [26]. На верхней границе расчетной области задавалось изменение температуры придонной воды на шельфе моря Лаптевых, полученной в результате работы океанической модели. Результаты численного моделирования показали возможность протаивания мерзлых пород в областях шельфа, где придонная температура воды принимает положительные значения. При использовании значений температуры воды, рассчитанной в эксперименте, не учитывающем тепловой сток реки, выявлено, что в период с 1990 по 2012 г. в районе стока Лены протаивает слой мерзлых пород мощностью до 11 м (рис. 4). Повышение придонной температуры воды в районе дельты р. Лены на 2 °С в августе и сентябре для того же 23-летнего периода увеличивает слой протаивания до 15 м (см. рис. 4). Таким образом, средняя скорость протаивания толщи мерзлых пород со средней температурой –1–0 °С увеличилась от 50 до 67 см/год за счет учета кратковременного повышения температуры в летний период. В результате сезонного протаивания образуется талик, который начинает заглубляться за счет диффузии тепла даже при дальнейшем понижении температуры верхнего слоя грунта и разрушает реликтовую мерзлоту. Аналогичный результат получен в [27] при моделировании сезонного протаивания многолетнемерзлых грунтов в XXI в.

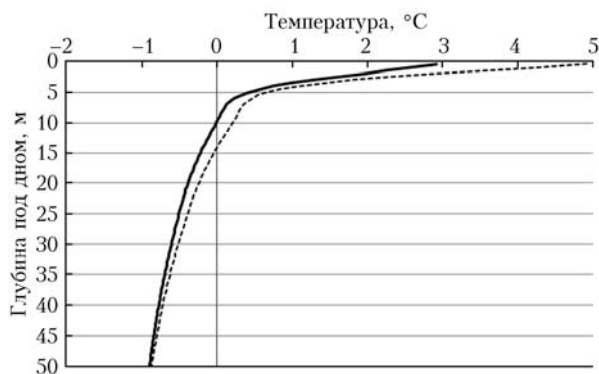


Рис. 4. Вертикальные профили температуры донных осадков в районе стока р. Лены, полученные в численных экспериментах, без учета теплового стока реки — сплошная линия, с учетом теплового стока — пунктир

### Заключение

В настоящем исследовании на основе численного моделирования была проверена необходимость учета в численных моделях гидротермодинамики дополнительного тепла, поставляемого с водами р. Лены в море Лаптевых. Результаты численных экспериментов показали, что тепловой сигнал из реки приводит к повышению температуры в море Лаптевых на 1–2 °С во время летнего периода. Полученная стратификация плотности способствует вертикальному перемешиванию водной толщи и, как следствие, потеплению в придонном слое воды. В то же время моделируемые температурные аномалии, вызванные стоком р. Лены, имеют локальный характер и исчезают в осенне-зимний период. Влияние дополнительного теплового сигнала в придонном слое воды на термический режим донных отложений в районе речной дельты было проверено на основе тестового расчета. Численное исследование показало, что повышение придонной температуры воды на 2 °С в августе и сентябре приводит к увеличению скорости протаивания придонного мерзлого грунта в районе влияния теплых речных вод.

Проведенное исследование не претендует на полноту, так как используемая численная модель имеет достаточно грубое разрешение, что может давать не совсем точное описание мелкомасштабных шельфовых процессов. Несмотря на это, данное исследование позволяет сделать вывод о необходимости учета теплового стока р. Лены при моделировании термодинамических процессов на Восточно-Сибирском шельфе.

Работа выполнена при поддержке междисциплинарного ИП СО РАН № 109, проектов РФФИ № 14-05-00730 А, 15-05-02457 А.

- Кулаков М.Ю. Циркуляция вод и перенос взвесей в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском // Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 3 (80). С. 86–97.
- Григорьев М.Н., Разумов С.О., Куницкий В.В., Спектор В.Б. Динамика берегов восточных Арктических морей России: основные факторы, закономерности и тенденции // Криосфера Земли. 2006. Т. X, № 4. С. 74–94.

3. *Магрицкий Д.* Тепловой сток рек в моря Российской Арктики и его изменения // Вестн. МГУ. Сер. 5. 2009. № 5. С. 69–77.
4. *Фартышев А.И.* Особенности прибрежно-шельфовой криолитозоны моря Лаптевых / Отв. ред. Н.Н. Романовский. Новосибирск: Наука, 1993. 136 с.
5. *Семилетов И.П.* Цикл углерода в системе «атмосфера-суша-шельф» Восточной Арктики. URL: // <http://www.poi.dvo.ru/sites/default/files/nir/2012/lab52.pdf>
6. *Romanovskii N.N., Hubberten H.W., Gavrillov A.V., Eliseeva A.A., Tipenko G.S.* Offshore permafrost and gas hydrate stability zone on the shelf of East Siberian Seas // *Geo Mar. Lett.* 2005. V. 25, iss. 2–3. P. 167–182. DOI: 10.1007/s00367-004-0198-6.
7. *Malakhova V.V., Golubeva E.N.* Modeling of the dynamics subsea permafrost in the East Siberian Arctic Shelf under the past and the future climate changes // *Proc. SPIE.* 2014. V. 9292. 20th Int. Sympos. on Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics, 92924D. DOI: 10.1117/12.2075137.
8. *Dmitrenko I., Kirillov S., Tremblay L., Kassens H., Anisimov O., Lavrov S., Razumov S., Grigoriev M.* Recent changes in shelf hydrography in the Siberian Arctic: Potential for subsea permafrost instability // *J. Geophys. Res.* 2011. V. 116. C10027. DOI: 10.1029/2011JC007218.
9. *Анисимов О.А., Борзенкова И.И., Лаэров С.А., Стрельченко Ю.Г.* Современная динамика подводной мерзлоты и эмиссия метана на шельфе морей Восточной Арктики // *Лед и снег.* 2012. № 2 (118). С. 97–105.
10. *Shakhova N., Semiletov I., Leifer I., Rekant P., Salyuk A., Kosmach D.* Geochemical and geophysical evidence of methane release from the inner East Siberian Shelf // *J. Geophys. Res.* 2010. V. 115. C08007. DOI: 10.1029/2009JC005602.
11. *Малахова В.В., Голубева Е.Н.* О возможной эмиссии метана на шельфе морей Восточной Арктики // *Оптика атмосф. и океана.* 2013. Т. 26, № 6. С. 452–458.
12. *A Regional, Electronic, Hydrographic Data Network for the Arctic Region.* URL: <http://www.russia-arcticnet.sr.unh.edu/index.html>
13. *Morin G., Couillard D.* Predicting River Temperatures with a Hydrological Model // *Encyclopedia of Fluid Mechanics.* V. 10. Hudson, Texas: Gulf Publishing Company, 1990. P. 171–209.
14. *Sinokrot B.A., Gulliver J.S.* In-Stream Flow Impact on River Water Temperatures // *J. Hydraulic Res.* 2000. V. 38, iss. 5. P. 339–349.
15. *St-Hilarie A., Morin G., El-Jabi N., Caissie D.* Water Temperature Modelling in a Small Forested Stream: Implication of Forest Canopy and Soil Temperature // *Can. J. Civ. Eng.* 2000. V. 27, N 6. P. 27–45.
16. *Benyahya L., Caissie D., St-Hilarie A., Ouarda T.B.M.J., Bobee B.* A Review of Statistical Water Temperature Models // *Can. Water Res. Assoc.* 2007. V. 32, N 3. P. 179–192.
17. *Liu B., Yang D., Ye B., Berezovskaya S.* Long-term open-water season stream temperature variations and changes over Lena River Basin in Siberia // *Glob. Planet. Change.* 2005. V. 48, iss. 1–3. P. 96–111. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2004.12.007.
18. *Kraïneva M.V., Malakhova V.V., Golubeva E.N.* Numerical simulation of forming temperature anomalies in the Laptev Sea // *Bulletin of the NCC. Series: Numerical Modeling in Atmosphere, Ocean, and Environment Studies.* 2014. Iss. 14. P. 27–34.
19. *Golubeva E.N., Platov G.A.* On improving the simulation of Atlantic Water circulation in the Arctic Ocean // *J. Geophys. Res.* 2007. V. 112, C04S05. DOI: 10.1029/2006JC003734.
20. *Golubeva E.N., Platov G.A.* Numerical Modeling of the Arctic Ocean Ice System Response to Variations in the Atmospheric Circulation from 1948 to 2007 // *Izvestiya, Atmos. Ocean. Phys.* 2009. V. 45, N 1. P. 137–151.
21. *Hunke E.C., Dukowicz J.K.* An elastic-viscous-plastic model for ice dynamics // *J. Phys. Oceanograph.* 1997. V. 27, N 9. P. 1849–1867.
22. *Volosmarty C.J., Fekete B., Tucker B.A.* River Discharge Database. Version 1.1 (RivDIS v1.0 supplement). University of New Hampshire, Durham NH (USA), 1998.
23. *Steele M., Morley R., Ermold W.* PHC: A global hydrography with a high quality Arctic Ocean // *J. Climate.* 2000. V. 14, N 9. P. 2079–2087.
24. *The NCEP/NCAR Reanalysis Project at the NOAA/ESRL Physical Sciences Division.* URL: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml>
25. *Антипина З.Н., Арэ Ф.Э., Молочушкин И.Н.* Расчет деградации многолетнемерзлых толщ под дном моря // *Геотеплофизические исследования в Сибири.* Новосибирск: Наука, 1978. С. 66–73.
26. *Malakhova V.V.* Mathematical modeling of the submarine permafrost long-term dynamics and gas hydrate stability zone in the Siberian Arctic shelf // *Bulletin of the NCC. Series: Numerical Modeling in Atmosphere, Ocean, and Environment Studies.* 2014. Iss. 14. P. 41–54.
27. *Arzhanov M.M., Eliseev A.V., Mokhov I.I.* A global climate model based, Bayesian climate projection for northern extra-tropical land areas // *Glob. Planet. Change.* 2012. V. 86–87. P. 57–65.

***M.V. Kraïneva, V.V. Malakhova, E.N. Golubeva. Numerical simulation of forming temperature anomalies in the Laptev Sea due to the heat flow of the Lena River.***

Based on the numerical modeling, the existence of the temperature anomalies in the Laptev Sea shelf areas due to the heat flow of the Lena River is investigated. In order to determine the heat flow at the outlet to the sea, the linear regression formulas connecting the river water temperature with the air temperature are used. It is shown that the temperature anomalies caused by the river run-off can reach 2 °C not only at the surface water but also at the bottom water in the Laptev Sea shelf areas, however these anomalies exist only during the summer season. With the use of the numerical modeling it has been obtained that the increase in the bottom water temperature by 2 °C in August and September results in growth of the permafrost degradation rate near the Lena Delta.