

КЛИМАТ — АДАПТАЦИЯ — МЕСТНЫЕ СООБЩЕСТВА

## **ПОЧЕМУ ОТСТУПАЕТ БЕРЕГ В ПЕРТОМИНСКЕ?**

**Климатические, тектонические,  
геоморфологические причины  
колебания уровня моря  
на беломорском побережье  
Онежского полуострова, Унская губа.**

**кандидат биологических наук А.В. Немчинова**



*Рис. 1. Берег Белого моря в районе Пертоминска, 2020 г.  
фото Романа Васильева.*

Жители поселка Пертоминск на побережье Унской губы Онежского полуострова бьют тревогу – море наступает на посёлок. Со слов жителей Пертоминска, за последние 50 лет море поглотило берег не менее чем на 10 м, и приближается к домам. Жители вручную укрепляют песчаные берега срубами и завалами, кто как может (рис.1). Море подбирается и к кирпичным стенам старинного Пертоминского монастыря. Южнее области размыва берега море, наоборот, откладывает вымываемый песок, образуя мелководье.

Давайте разберемся. Почему отступает берег в Пертоминске?

Кто виновен – климат, море, изменения в земной коре, деятельность человека?

Климат Земли имеет два устойчивых варианта: время холодных фаз, которые наступают периодически в среднем каждые 200 млн. лет, и развивается оледенение приполярных областей, и тёплые фазы (Наумов и др., 1983).

Мы с вами живём в ледниковую эпоху. Она началась около 30 млн. лет, назад и пока не видно признаков того, что она скоро кончится. Все это время в Антарктиде имеет место постоянный ледниковый покров, а в Арктике льды то наступают, то отступают.

За последние 200 тысяч лет планета пережила две ледниковые эпохи. Так называемое Днепровское оледенение началось 220 тыс. лет назад и закончилось около 170 тыс. лет назад. Затем последовал короткий период межледниковья (170—80 тыс. лет назад), а после него землю сковали льды последнего, Валдайского оледенения, которое завершилось совсем недавно — примерно 10 тысячелетий назад.

17 тыс. лет назад, когда ледник достигал своего расцвета, толщина льда в нём в среднем составляла около 3 км. Мороз до дна сковал Северное, Балтийское, Белое и Баренцево моря и на их месте располагался шельфовый ледник. Количество влаги, заключённой в леднике столь велико, что уровень Мирового океана был тогда на 150 метров ниже, чем сейчас, и на огромных площа-

дах в умеренной и тропической зонах, там, где теперь плещется море, была суша. Масса ледника была невообразимо велика и составляла около 1010 млн. тонн, так что под действием тяжести земная кора под нагрузкой заметно прогнулась на 200-300 м.

Ледники безжалостно распахивают донные осадки и на своём пути уничтожают всё живое. Приполярное Белое море всегда оказывалось на его пути, и при каждом наступлении льдов переставало существовать, а после их отступления возникало заново.

Колебания уровня Мирового океана, в том числе в Белом море, связаны с климатическими фазами в Арктике. В межледниковье лёд тает, и уровень повышается (фаза трансгрессии). Аккумуляция северных вод во льды сопровождается падением уровня относительно берегов (фаза регрессии).

Приблизительно 10 тыс. лет назад началось потепление климата, и ледник стал отступать. Началась эпоха возвращения воды в океан, которая и теперь ещё продолжается. Этот поворотный момент в истории Земли принято отмечать сменой двух геологических эпох. В прошлом остался плейстоцен и наступило новейшее время — голоцен, которое и продолжается до ныне. Белое море приобрело основные черты структуры своих вод. Унская губа — один из крупных заливов Белого моря, в то время была частью пролива между Онежским и Двинским заливами, соединялась с губой Ухта (рисунок 2).

В последние десятилетия климат поменялся в сторону потепления, что приводит к интенсивному таянию ледников. Тренд уровня Мирового океана повышается на 1,5 мм/год. Но повышается ли он на побережье Онежского полуострова?

В межледниковье уменьшается или усиливается сток рек, которые к тому же приносят в море огромное количество взвесей. После того, как лёд стаял, давление на кору прекратилось, она начала подниматься — занимать свое первоначальное положение, что происходит и на Онежском полуострове.

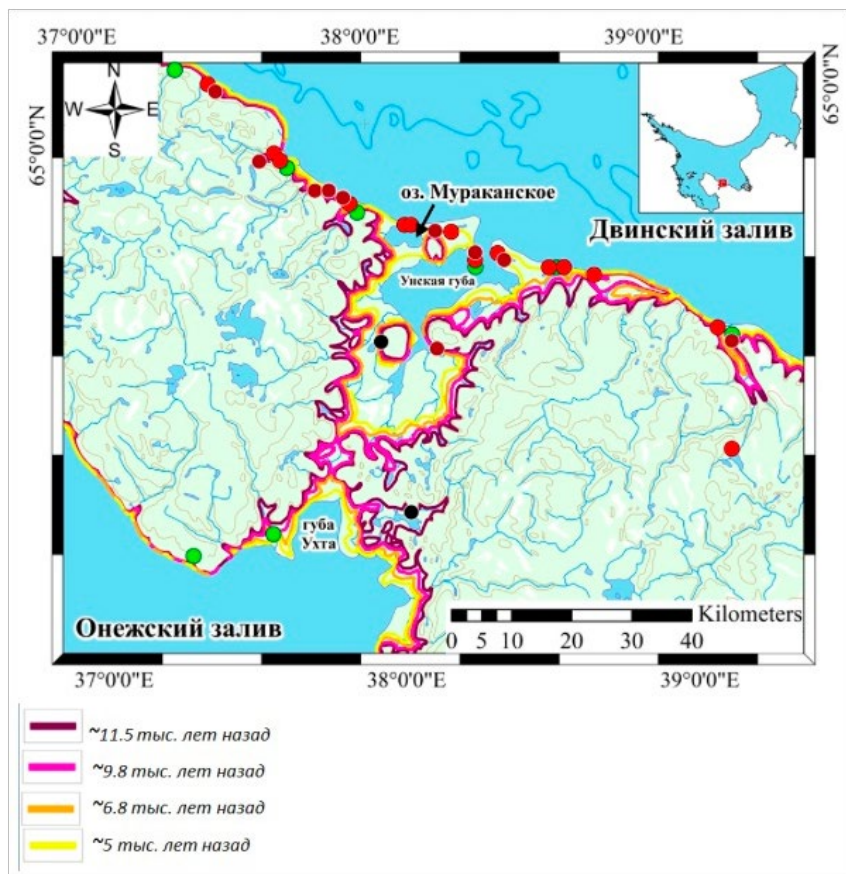


Рисунок 2. Положение древних береговых линий Онежского полуострова (рисунок А.П. Яковлевой (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), А.Е. Беличенко (Институт археологии РАН) с изменениями))

Тектонические вертикальные движения берегов (поднятия) доминируют на Онежском полуострове, о чём свидетельствует положение древних береговых линий на рисунке 2. В ряде мест суша может опускаться. Например, в районе Унского маяка за период наблюдений 1948-1985 гг. (Инжебейкин, 2010) изменение положения береговой линии по измерениям составило +1,04 мм в год, речной сток уменьшался на 1,0 мм/год, суша опускается на 0,54 мм в год. Поэтому тренд изме-

нений уровня моря на разных побережьях может быть разным.

Сейчас площадь акватории Унской губы около 150 км<sup>2</sup>, залив, шириной 1-9 км вдаётся в Онежский полуостров на 30 км. Динамика берегов и дна Унской губы определяется сложным сочетанием воздействия колебаний уровня Мирового океана, волн из открытого моря и в акватории заливов, приливных и отливных течений, нагонных волн, стока пресных вод (Репкина, 2020) (рисунки 2,3).



Рисунок 3. Береговые процессы на восточном побережье горла Унской губы на космоснимке.

Не способствовала ли деятельность человека размыванию берегов?

Берега Унской губы были привлекательны для заселения первобытными культурами. Заселение территории поселка Пертоминск представителями Беломорской морской культуры началось уже ~ 6 тыс. лет назад (Сафьянов, 2013). В XIV в. здесь был основан Пертоминский монастырь с комплексом каменных построек на восточном берегу губы. В 1897-1906 гг. при входе в залив был построен причал — бревенчатый ковш размерами 100x100 м, что привело к необратимым изменениям берега в пределах поселка (Рисунки 3, 4). Течения на отливе и штормовые волны, отражённые от западного берега губы подмывают песчаный берег, а пески, которые могли бы восполнить потери, остаются севернее причала из-за преграды причала. Поэтому, на расстоянии 200 м севернее причала берег выдвигается на 1 м/год, а на расстоянии 1.5 км южнее него отступает за счёт размыва по 0.1-1.5 м в год (Репкина, 2020). Такими темпами в ближайшие 50 лет море может "поглотить" прибрежную полосу шириной до 75 м, а примерно за 300 лет может подобраться к главной улице посёлка.

По сообщениям местных жителей в 1941 г. была восстановлена южная стенка "ковша", что привело к большей активизации размыва берегов. При отступании берега разрушаются дома и огороды. Попытка защитить берег с помощью установки на береговом уступе бетонных плит, бревенчатых стенок и навалов мусора не решает проблему, поскольку отступление берега, вызванное дефицитом наносов, продолжается.

Но это еще не всё. Со слов жителей Пертоминска примерно с 2015 года появилось новое явление. Во время ледохода ледяные глыбы более метра в длину, под действием сильного ветра наплзают друг на друга, напирают на берег, образуя ледяную стену, которая обрушивается на песчаный берег и срезает укрепления. Такие явления стали повторяться. Чем это можно объяснить? Климатическими изменениями.

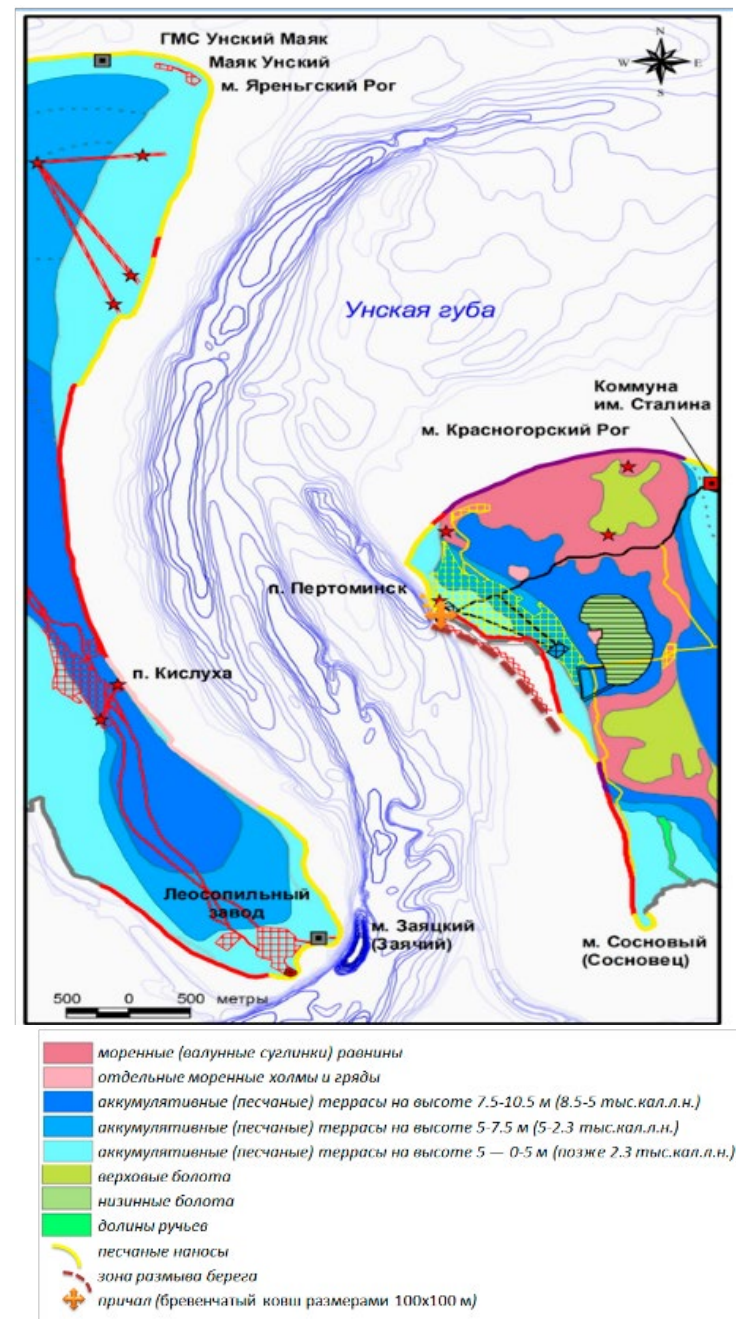


Рисунок 4. Карта побережья горла Унской губы (рисунок Т.Ю. Репкиной (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) с изменениями)

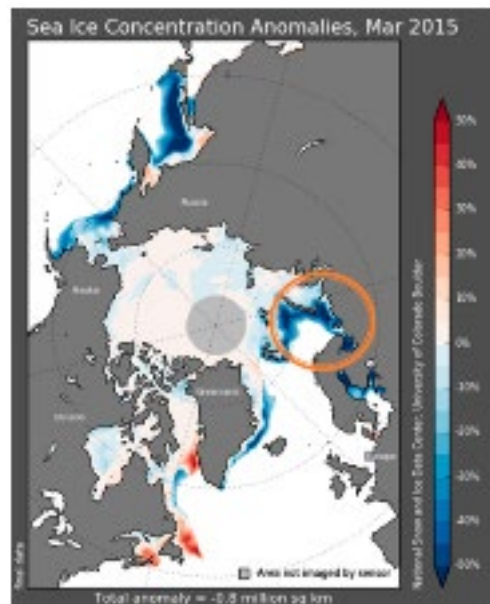
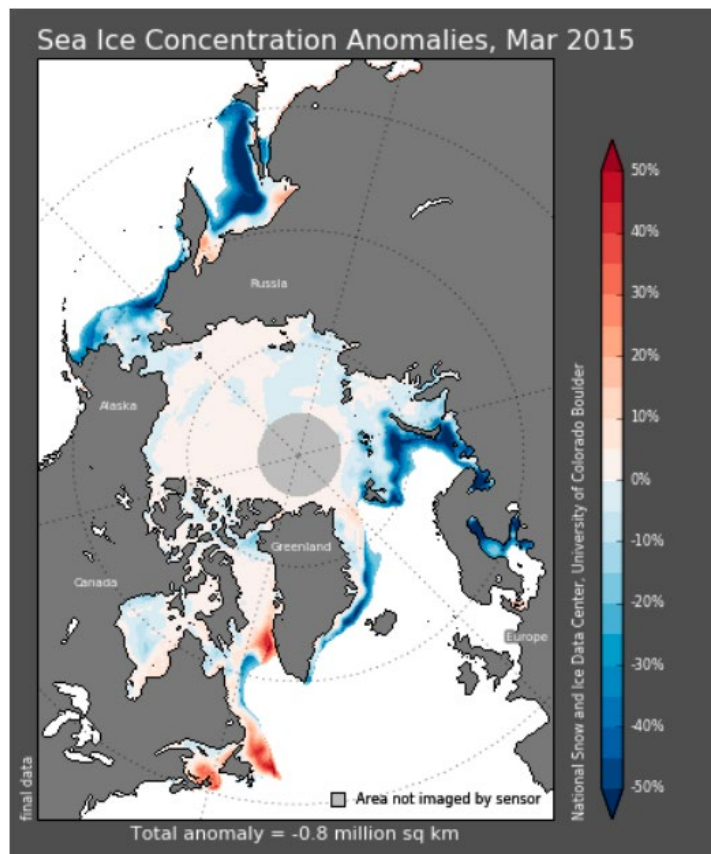


Рисунок 5. Аномалии таяния морского льда в Арктике в марте 2015 г. (Source: NSIDC)

Онежский п-ов располагается в южной части Арктической зоны, где наиболее интенсивны процессы фазового перехода (изо льда в воду, из воды в водяной пар и наоборот), отсюда – активнее динамика вод, а также изменчивость потоков тепла. По данным Сурковой Г.В. (2020), наибольшая синоптическая изменчивость потоков тепла в Баренцевом море и в Белом море, наблюдается в феврале. Площадь поверхности, покрытой льдом, с каждым годом снижается, по данным месяца февраль с 1980 г. она уменьшилась в 2 раза. В феврале-марте область явного тепла располагается в Баренцевом море на 500-1000км севернее горла Белого моря, где активнее тают льды (Рисунок 5). Область аномально быстрого таяния морского льда, зафиксированная в марте 2015 г., захватывает и Белое море. Поверхность моря в таких областях освобождается ото льда быстрее, чем в горле Белого моря.

Со спутников видно, что, тем более, в заливах поверхность моря освобождается ото льда медленнее, чем на Белом море (Рисунок 6). Заметны ледяные торосы в Унской губе, в районе Пертоминска.

Поэтому, можем предположить, что в период быстрого таяния льда в Унской губе при нагонных ветрах южного направления в узком месте горла залива создаётся ледяной затор, лёд выпирает, и ледяные массы интенсивно вытесняются на берег, ломая и круша береговые уступы и постройки на них, прежде всего на побережье в районе Пертоминска. Проявление так называемого эффекта «бутылочного горлышка» (Рисунок 7).

Итак, виновников описанного явления, которые определяют направления перемещения грунта много – волны из открытого моря и из залива, отливные течения, нагонные волны, стоки рек. Сооружение причала в Пертоминске усилило естественные тенденции наступления моря на берег. При этом, подъём уровня Мирового океана из-за таяния ледников в настоящий момент ни при чём, так как суша на мысу тектонически поднимается быстрее. Свидетельства разбалансировки климата в Арктике не обнадеживают, штормовые и ледовые нас-

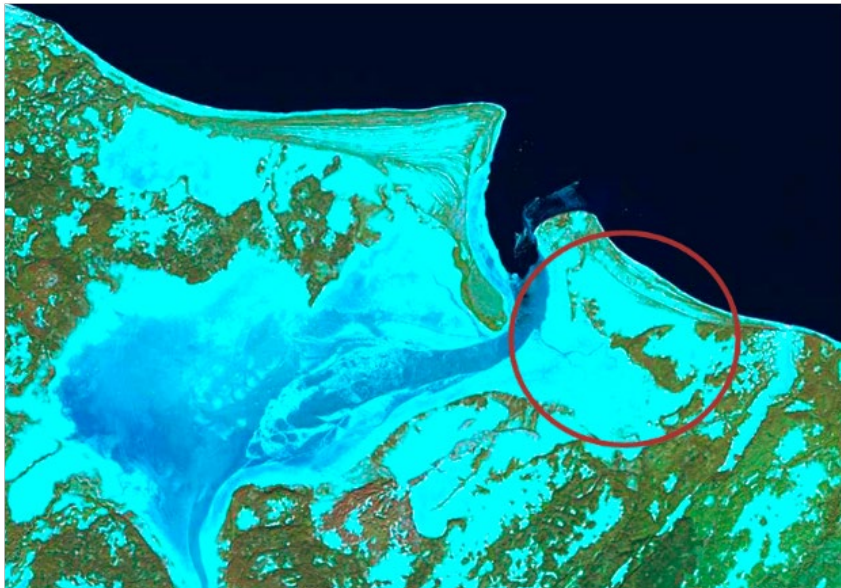
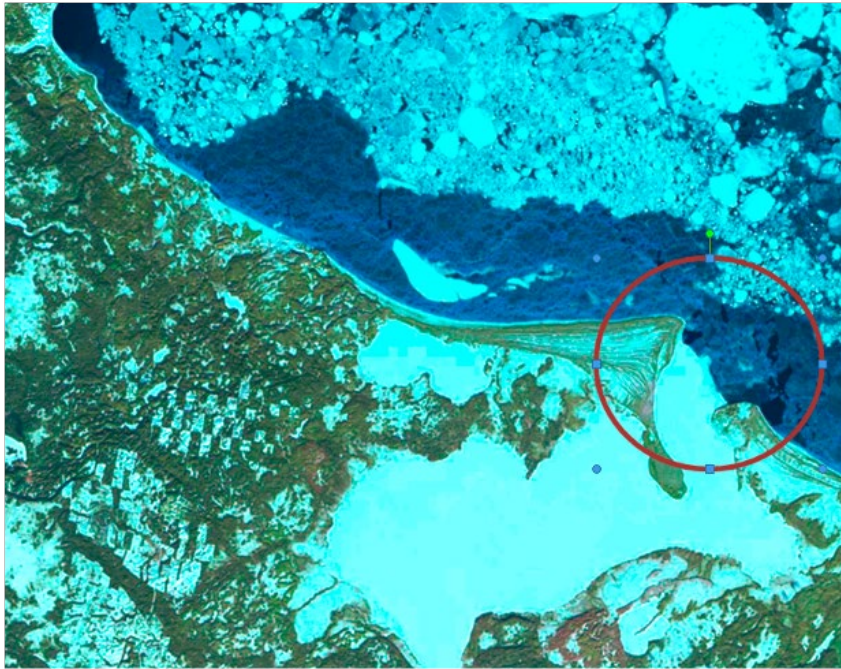


Рисунок 6. Состояние ледового покрова в Белом море и в Унской губе на 12 февраля 2015г. вверху и 15 марта 2015г. внизу. Космический снимок Landsat 8.

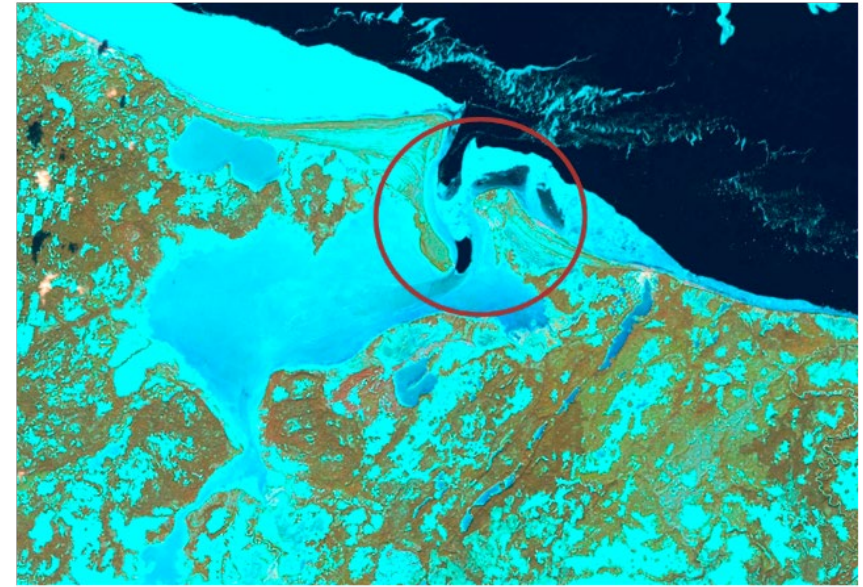


Рисунок 7. Эффект узкого «бутылочного горлышка» в горле Унской губы на космическом снимке 25 марта 2014 г.

тупления на берег продолжатся. Оптимальный вариант защиты берега, как нам видится, – подсыпка песка и валунов в местах размыва. Возможно, потребуются перенос домов и построек. Посадка нескольких рядов деревьев (сосны) от черты берега вглубь поселка также может внести лепту в защиту берега за счет глубокого укоренения деревьев в песках.

Использованы материалы, любезно предоставленные Репкиной Т.Ю., Яковлевой А.П., Г.А. Сафоновой (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), Беличенко А.Е. (Институт археологии РАН); исследования по теме ГЗ АААА-А16-11632810089-5 в рамках договора о научном сотрудничестве №325 от 17.05.2017 г. между НП «Кенозерский» и географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке РФФИ (проекты №18-05-60200 и №19-05-00966); ссылки на статьи: <https://istina.msu.ru/publications/article/5562036/>, <https://istina.msu.ru/publications/article/332706977/>

## **Литература:**

*Инжебейкин Ю.И.* Однонаправленные движения в колебаниях уровня Белого моря // Колебания уровня в морях. С.-Пб.: РГГМУ, 2003. с.31-39.

*Репкина Т.Ю., Беличенко А.Е., Яковлева А.П.* Побережье Унской губы Белого моря: взаимодействие рельефа и человека / VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Матер. Всерос. конф., МГУ им. Ломоносова, географический факультет, Москва, с. 735-741.

*Сафьянов Г.А., Репкина Т.Ю.* Динамика берегов Унской Губы (Летний берег Белого моря) / Geomorfologiya, Nauka Publishers (United States), № 1, 2013, с. 82-89.

*Суркова Г.В.* Баренцево море: Энергообмен с атмосферой в условиях меняющегося климата / Расширенные тезисы докладов II Всерос. науч. конф. с межд. уч. «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Экосистемы и климат Арктической зоны», Москва, 2020, с. 31-32.

*Наумов А. Д., Федяков В. В.* Вечно живое Белое море, Издательство Санкт-Петербургского городского, дворца творчества юных, Санкт-Петербург, 1993, 335 с.