

© Автор, 2026 г.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Author, 2026.
Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 551.46.0

<https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.3.299-308>
<https://www.elibrary.ru/tyidpy>

Условия усиления инфрагравитационных колебаний в районе пролива Красноармейский (юго-восточный Сахалин)

К. В. Кириллов

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Резюме. Цель работы - определить условия усиления инфрагравитационных колебаний и наиболее устойчивые диапазоны периодов их проявления в районе пролива Красноармейский. Использованы синхронные секундные ряды придонного давления, полученные тремя автономными датчиками с 23 октября 2021 г. по 10 января 2022 г. Для диапазонов 2–20 и 20–300 с рассчитаны значимая высота волн, пиковый период и спектральные характеристики; в активных инфрагравитационных окнах выделены локальные максимумы спектральной энергии. Наибольшая повторяемость максимумов на всех трех станциях приходится на периоды 40–80 с. Этот диапазон шире установленного ранее интервала 68–82 с у оз. Изменчивое и включает его короткопериодную часть, тогда как максимумы 137–186 с в новом массиве встречаются эпизодически. Повышенные значения энергии инфрагравитационных колебаний преимущественно наблюдались при развитом волнении с пиковыми периодами 8–12 с; наиболее высокие значения отмечены при $H_s(2–20\text{ с})$ более 2.5–3.0 м. Результаты характеризуют повторяемость инфрагравитационного отклика в течение нескольких штормовых событий и могут быть использованы при дальнейшем анализе прибрежной гидродинамики и условий формирования береговой зоны вблизи пролива Красноармейский.

Ключевые слова: инфрагравитационные колебания, ветровое волнение, зыбь, спектральные максимумы, пролив Красноармейский

Conditions for amplification of infragravity oscillations in the Krasnoarmeysky Strait area (south-eastern Sakhalin)

K. V. Kirillov

Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. The aim of the study is to determine the conditions for the amplification of infragravity oscillations and the most stable ranges of periods at which they occur in the Krasnoarmeysky Strait area. Synchronous one-second series of bottom pressure were used, obtained by three autonomous sensors from October 23, 2021, to January 10, 2022. A significant wave height, peak period, and spectral characteristics were calculated for the ranges of 2–20 and 20–300 s; local spectral energy maxima were identified within the periods of high infragravity activity. The highest frequency of spectral maxima at all three stations was observed in the 40–80 s period range. This range is wider than the previously established range of 68–82 s at the Izmenchivoye lake and includes its shorter-period part, whereas maxima of the 137–186 s range occurred only sporadically in the new dataset. Increased values of the energy of the infragravity oscillations were mainly observed during developed waves with peak periods of 8–12 s; the highest values were recorded at $H_s(2–20\text{ s})$ of more than 2.5–3.0 m. The results characterize the recurrence of the infragravity response during several storm events and can be used in further analysis of coastal hydrodynamics and conditions for the re-formation of the coastal zone near the Krasnoarmeysky Strait.

Keywords: infragravity oscillations, wind waves, swell, spectral maxima, Krasnoarmeysky Strait

Финансирование и благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (FWWM-2024-0002).

Funding and Acknowledgements

This study was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Marine Geology and Geophysics, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FWWM-2024-0002).

Для цитирования: Кириллов К.В. Условия усиления инфрагравитационных колебаний в районе пролива Красноармейский (юго-восточный Сахалин). *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 3, с. 299–308. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2026.10.3.299-308>; <https://www.elibrary.ru/tyidpy>

For citation: Kirillov K.V. Conditions for amplification of infragravity oscillations in the Krasnoarmeysky Strait area (south-eastern Sakhalin). *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 3, p. 299–308. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2026.10.3.299-308>; <https://www.elibrary.ru/tyidpy>

Введение

Инфрагравитационные волны являются существенной составляющей прибрежной гидродинамики. Хотя их амплитуды обычно на порядок меньше амплитуд ветрового волнения и зыби, они участвуют в переносе энергии поверхностных волн к низкочастотной части спектра, модулируют колебания уровня и прибрежные течения и могут влиять на транспорт прибрежно-морских наносов [1, 2]. Особый интерес представляют захваченные краевые волны: их поперечная структура определяется чередованием узлов и пучностей, а распространение происходит преимущественно вдоль берега. Такая пространственная организация может быть связана с формированием квазиритмических береговых форм, включая фестоны и мегафестоны [2].

Юго-восточное побережье о. Сахалин испытывает прямое воздействие волн Охотского моря и включает песчаные косы, лагуны и соединяющие их с морем протоки. Штормовые размывы и повреждения береговой инфраструктуры на этом побережье описаны в ряде работ [3–5]. Эксперимент в районе пролива Красноармейский был ориентирован прежде всего на характеристику волновых процессов. Полученные данные также создают основу для последующего изучения того, как длиннопериодные колебания могут влиять на переформирование береговой зоны и замывание пролива, соединяющего озеро Тунайча с морем. Однако литодинамические процессы непосредственно в настоящей работе не анализируются.

Ранее инструментальные исследования ветрового волнения и инфрагравитационных колебаний выполнялись у морского устья протоки оз. Изменчивое. В материалах наблюдений 2007 г. для экстремального шторма 25–26 сентября были выделены диапазоны 68–82 и 137–186 с; фазовые соотношения между станциями интерпретировались как признаки захваченных краевых волн, распространяющихся вдоль берега [6]. Такие движения могут сопровождаться значительными скоростями прибрежных течений и участвовать в формировании чередующихся зон размыва и аккумуляции наносов [6].

Предыдущее исследование было сосредоточено на отдельных штормовых эпизодах. Поэтому остается недостаточно изученным, насколько часто и устойчиво локальные спектральные максимумы в характерных инфрагравитационных полосах возникают в длительных рядах и с какими параметрами ветрового волнения и зыби они связаны. Районы оз. Изменчивое и пролива Красноармейский расположены на одном участке юго-восточного побережья, но разделены каменистым выступом и могут различаться условиями подхода и трансформации волн; поэтому прежние диапазоны используются здесь для регионального сопоставления, а не как заведомо идентичные моды.

В настоящей работе рассматривается новый массив синхронных измерений, полученный тремя автономными донными датчиками в районе пролива Красноармейский, соединяющего оз. Тунайча с заливом Мордвинова. Три синхронных ряда не являются необходимым

условием для анализа временной изменчивости на одной станции, но позволяют проверить воспроизводимость выделяемых спектральных особенностей, оценить локальные амплитудные различия и в дальнейшем выполнить взаимно-спектральный анализ.

Цель работы состоит в выявлении условий усиления инфрагравитационных колебаний и устойчивых диапазонов их периодов в районе пролива Красноармейский. Для этого по трем синхронным рядам сопоставляются параметры волнения и зыби в диапазоне 2–20 с с энергией колебаний 20–300 с, оценивается повторяемость локальных спектральных максимумов и проверяется, воспроизводятся ли диапазоны, ранее выделенные у оз. Изменчивое.

Район исследований, материалы наблюдений и методы обработки

Район исследований расположен в заливе Мордвинова в районе пролива Красноармейский, соединяющего оз. Тунайча с Охотским морем. Предыдущие инструментальные наблюдения выполнялись севернее, у протоки оз. Изменчивое. Оба участка относятся к юго-

восточному побережью Сахалина и испытывают воздействие охотоморского волнения, однако разделяющий их каменистый выступ может изменять направления подхода и условия трансформации волн. Поэтому сходство результатов рассматривается как региональная повторяемость, а различия - как возможное следствие локальной конфигурации берега и подводного рельефа.

Схема района исследований приведена на рис. 1. На обзорной карте показано положение участка наблюдений на юге о. Сахалин относительно Татарского пролива, Охотского моря и залива Анива (рис. 1 а), на детальной схеме - положение трех автономных датчиков в районе пролива Красноармейский (рис. 1 б). Станции расположены на небольших расстояниях друг от друга; линия Т1-Т2 ориентирована приблизительно по нормали к берегу, а Т3 смещена вдоль берега. Такая конфигурация позволяет сопоставлять синхронные записи и оценивать различия между поперечной и продольной по отношению к берегу парами станций.

Инструментальные наблюдения выполнялись тремя автономными донными датчиками, регистрировавшими давление, пропорциональное изменению уровня моря, а также

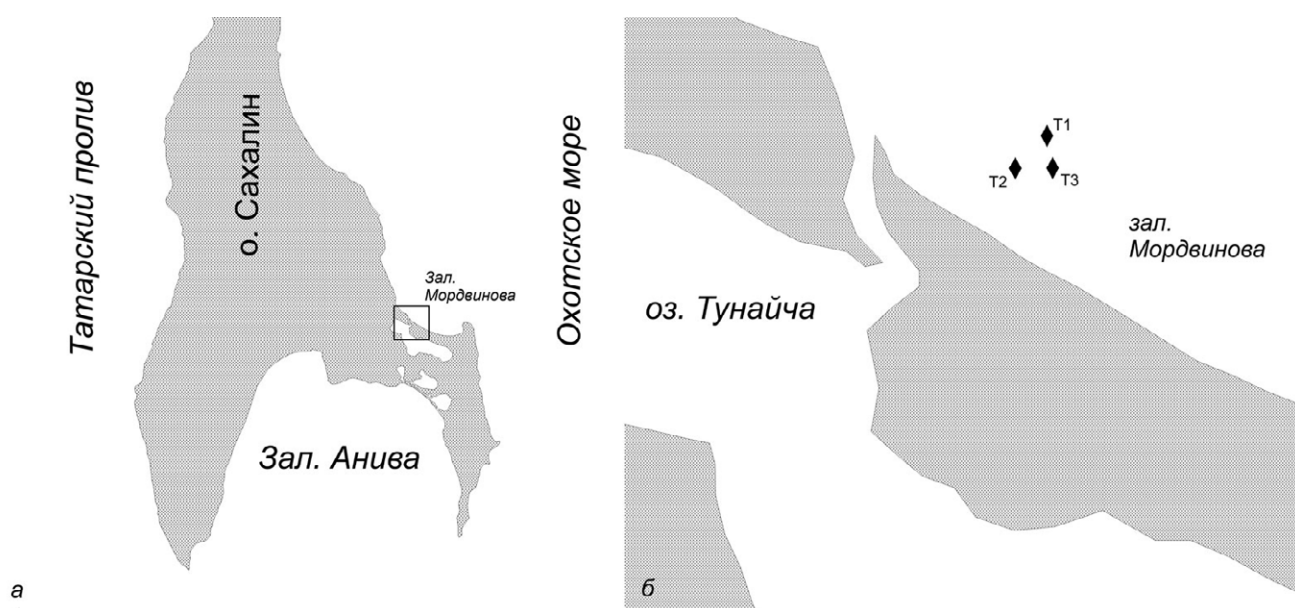


Рис. 1. Схема района исследований: а) положение района наблюдений у юго-восточного побережья о. Сахалин; б) положение автономных датчиков в районе пролива Красноармейский.

Fig. 1. Study area map: а) location of the observation area off the southeastern coast of Sakhalin Island; б) locations of autonomous sensors in the Krasnoarmeysky Strait area.

температуру воды. Наблюдения проводились с дискретностью 1 с в период с 23 октября 2021 г. 12:00 до 10 января 2022 г. 00:00 по Гринвичу. Таким образом, был получен длительный синхронный массив секундных измерений продолжительностью около двух с половиной месяцев, охватывающий позднесенний и начальный зимний периоды, включая несколько эпизодов усиления волнения. В дальнейшем для краткости датчики обозначаются как T1, T2 и T3.

Вопрос о соответствии давления на дне высотам волн на поверхности детально исследовался путем организации синхронных измерений различными приборами, в результате чего была разработана методика пересчета, позволяющая получить качественные материалы по ветровому волнению при глубине постановки прибора до 30 м [7]. Разработанная в лаборатории волновой динамики и прибрежных течений ИМГиГ ДВО РАН программа Кума позволяет восстанавливать истинные высоты волн за счет решения проблемы пересчета пульсаций гидростатического давления в параметры поверхностного волнения с учетом коэффициента поверхностного ослабления волн [8].

Общая структура исходных данных показана на рис. 2 на примере станции T1. В верхней панели приведен ряд вариаций придонного

давления, использованный для восстановления характеристик поверхностного волнения. Нижняя панель показывает изменение спектральной плотности во времени в диапазоне периодов 2–600 с. Текущий спектр рассчитывался методом Уэлча в 48-минутных внешних окнах со сдвигом 24 мин. Основная энергия в течение большей части наблюдений сосредоточена в диапазоне ветрового волнения и зыби - от нескольких секунд до первых десятков секунд. Во время усиления волнения одновременно возрастает спектральная энергия в области более низких частот, включая инфрагравитационный диапазон.

На рис. 2 показана запись станции T1. Записи двух других станций не приведены, поскольку общий временной ход и положение основных спектральных областей близки; их повторение перегрузило бы рисунок. В последующих разделах данные всех трех станций используются для проверки воспроизводимости распределений и для оценки амплитудных различий, связанных с глубиной и положением приборов.

Таким образом, получены три длительные синхронные записи, пригодные для анализа временной изменчивости, спектральной структуры и различий волновых колебаний между пунктами наблюдений.

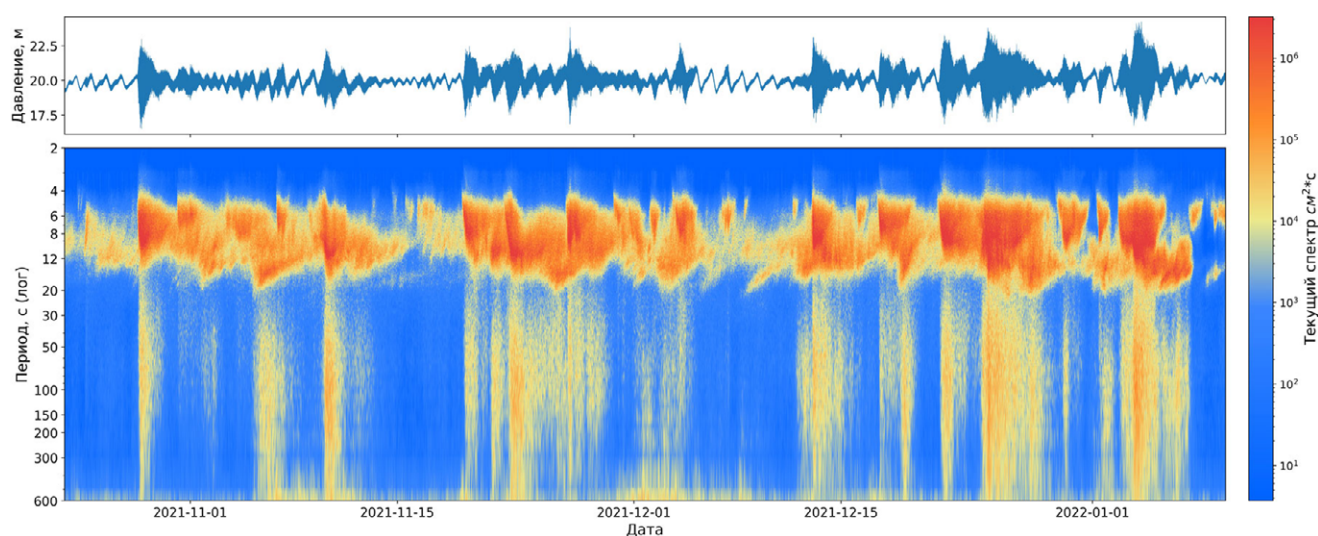


Рис. 2. Вариации придонного давления и текущий спектр по данным станции T1: сверху - исходный ряд; снизу - спектральная плотность в диапазоне периодов 2–600 с.

Fig. 2. Bottom-pressure variations and the running spectrum at station T1: top, the original record; bottom, spectral density in the 2–600 s period range.

Обработка включала контроль секундных рядов придонного давления и пересчет пульсаций давления в характеристики поверхностного волнения с учетом частотно-зависимого ослабления [7, 8]. Значимая высота волн H_s и пиковый период T_p рассчитывались в последовательных 30-минутных окнах. Для сопоставления диапазонов 2–20 и 20–300 с, а также для поиска локальных инфрагравитационных максимумов использовались 200-минутные окна со сдвигом 10 мин; активными считались окна, в которых $H_s(20\text{--}300\text{ с})$ превышала 70-й перцентиль для соответствующей станции. Текущие спектры 2–600 с рассчитывались в 48-минутных окнах со сдвигом 24 мин.

Изменчивость ветрового волнения и зыби

Первый этап анализа был направлен на описание изменчивости ветрового волнения и зыби в диапазоне периодов 2–20 с. Для этого по скользящим временным окнам были рассчитаны значимая высота волн H_s и пиковый период

T_p для каждого из трех датчиков. Временной ход этих характеристик приведен на рис. 3.

В течение периода наблюдений волновой режим имел выраженный нестационарный характер. На фоне относительно спокойных интервалов, когда H_s обычно не превышала 0.3–0.5 м, выделяется ряд эпизодов резкого усиления волнения. Наиболее интенсивные события наблюдались в конце октября, во второй половине ноября, в декабре и в начале января. В отдельные периоды значимая высота волн достигала 3–4 м и более, что соответствует штормовым условиям в прибрежной зоне.

Основные максимумы и интервалы ослабления H_s на трех станциях совпадают по времени, что ожидаемо при малых расстояниях между приборами. Информативно не само совпадение событий, а различия амплитуд: в отдельных штормах они могут отражать неодинаковую глубину постановки и локальную трансформацию волн.

Большинство значений T_p находится в интервале 6–12 с, соответствующем ветровому волнению и зыби; в отдельных эпизодах T_p

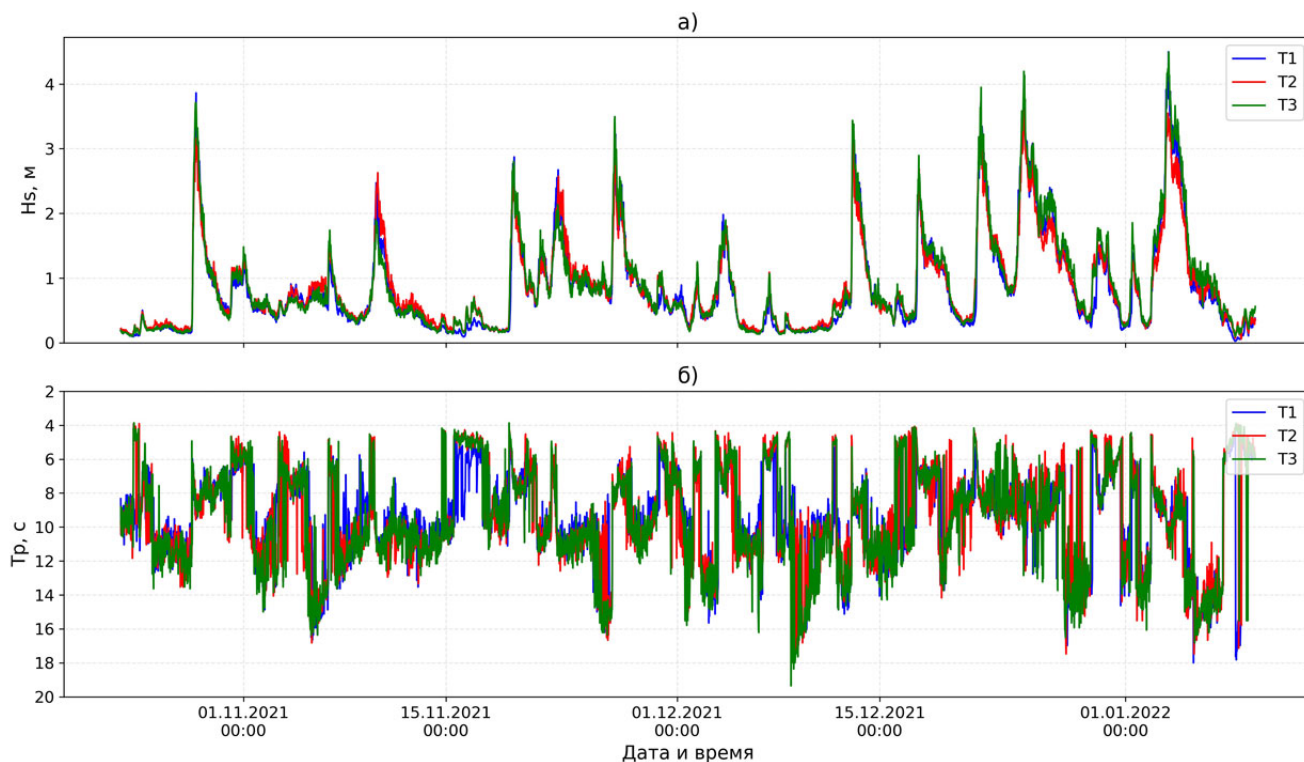


Рис. 3. Изменчивость параметров волнения в диапазоне периодов 2–20 с по данным трех датчиков: а) значимая высота волн H_s ; б) пиковый период T_p .

Fig. 3. Variability of wave parameters in the 2–20 s period range according to the data from three sensors: а) significant wave height, H_s ; б) peak period, T_p .

возрастает до 14-18 с. Пиковый период изменяется скачкообразнее H_s , поскольку при наличии нескольких сопоставимых максимумов небольшое перераспределение спектральной энергии может переводить глобальный максимум из одной частотной полосы в другую.

Совместные распределения H_s - T_p в диапазоне 2–20 с построены отдельно для каждой станции (рис. 4). Они показывают, при каких сочетаниях значимой высоты и пикового периода наблюдалось ветровое волнение и зыбь. Их основная цель - оценка воспроизводимости распределений и различий в амплитудах между станциями.

На трех станциях преобладают малые значения H_s , соответствующие слабому и умеренному волнению. При увеличении H_s основная плотность точек смещается к T_p около 8-11 с: наиболее сильные события связаны преимущественно с развитым смешанным волнением и зыбью. Этот результат согласуется с ранее описанным волновым режимом юго-восточного побережья Сахалина [9, 10].

При малых H_s значения T_p распределены шире, включая 10-16 с. В слабом волнении несколько узких спектральных максимумов могут иметь близкую энергию, поэтому положение глобального максимума менее устойчиво. В штормовых условиях распределение компактнее: высокие H_s преимущественно соответствуют T_p около 8-11 с, хотя отдельные

события сопровождаются более длиннопериодной зыбью.

Сходство трех распределений подтверждает воспроизводимость общей зависимости, но само по себе не характеризует крупномасштабную пространственную структуру из-за малого расстояния между станциями. Различия максимальных H_s наиболее вероятно связаны с глубиной постановки и локальной трансформацией волн; именно поэтому данные трех станций далее рассматриваются раздельно.

За период наблюдений зарегистрирована серия штормовых событий, при которых одновременно возрастали H_s и T_p в диапазоне 2–20 с. Далее анализируется не общеизвестная связь инфрагравитационных колебаний со штормами как таковая, а то, какие сочетания H_s и T_p соответствуют наибольшей энергии в полосе 20–300 с и какие периоды внутри этой полосы повторяются наиболее устойчиво.

Связь параметров ветрового волнения и зыби с энергией инфрагравитационных колебаний

Для оценки этой связи параметры волнения в диапазоне 2–20 с сопоставлены со значимой высотой инфрагравитационных колебаний, рассчитанной по спектральной энергии в диапазоне 20–300 с. На рис. 5 по осям показаны $H_s(2-20\text{ с})$ и $T_p(2-20\text{ с})$, а цветом - $H_s(20-300\text{ с})$.

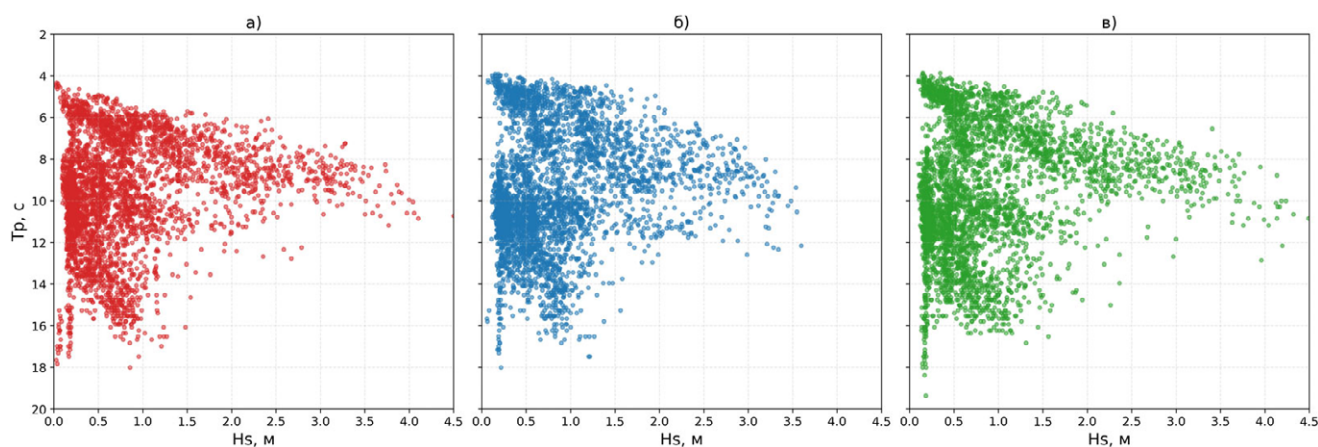


Рис. 4. Совместное распределение значимой высоты волн H_s и пикового периода T_p в диапазоне 2–20 с: а) T1; б) T2; в) T3. Ось T_p инвертирована.

Fig. 4. Joint distribution of significant wave height H_s and peak period T_p in the 2–20 s range: (a) T1; (б) T2; (в) T3. The T_p axis is inverted.

Рис. 5 демонстрирует условное распределение инфрагравитационной энергии в пространстве параметров Hs-Tr. На всех станциях Hs(20–300 с) в среднем возрастает с Hs(2–20 с), однако точки с наибольшими значениями сосредоточены не во всем диапазоне пиковых периодов.

Наиболее высокие Hs(20–300 с) преимущественно соответствуют Tr(2–20 с) около 8–12 с. Следовательно, в рассматриваемом массиве одной большой высоты коротких волн недостаточно для описания инфрагравитационного отклика: существенна также спектральная организация волнения, характеризующаяся пиковым периодом. Эта статистическая связь не трактуется как самостоятельный механизм генерации.

На T2 и T3 максимальные Hs(20–300 с) наблюдаются главным образом при Hs(2–20 с) более 2.5–3.0 м и Tr около 9–12 с. На T1 общий рисунок сходен, но максимальные значения ниже, что согласуется с различиями глубины и положения приборов.

Таким образом, рис. 5 используется для выделения характерной области параметров: Hs(2–20 с) более 2.5–3.0 м и Tr порядка 8–12 с. Главный дальнейший вопрос состоит в том, какие периоды внутри полосы 20–300 с формируют этот отклик.

Для ответа на этот вопрос в каждом 200-минутном активном окне определялись до трех локальных максимумов спектральной энергии в диапазоне 20–300 с; затем оценивались их повторяемость и распределение во времени.

Повторяемость спектральных максимумов в диапазоне инфрагравитационных волн

В активных окнах были определены периоды локальных максимумов спектральной энергии и рассчитано число максимумов на 100 окон (рис. 6). Такая нормировка позволяет сравнивать станции независимо от небольших различий числа пригодных окон.

На всех трех станциях распределение максимумов смещено к короткопериодной части инфрагравитационного диапазона. Основная область повышенной повторяемости занимает 40–80 с: на T2 наиболее выражены периоды около 40–60 с, на T1 и T3 распределения шире и включают 50–75 с. С увеличением периода число максимумов уменьшается; после 150–180 с они встречаются редко.

Для сопоставления на рис. 6 показаны интервалы 68–82 и 137–186 с, выделенные для экстремального шторма 25–26 сентября 2007 г. у оз. Изменчивое по совокупности амплитудных и фазовых признаков [6].

В интервале 68–82 с спектральная энергия не образует в новом массиве отдельную узкую моду, но входит в верхнюю по периоду часть более широкой области 40–80 с. Поэтому корректнее говорить не о точном воспроизведении прежнего диапазона, а о региональной устойчивости короткопериодной части инфрагравитационного спектра.

Максимумы 137–186 с встречаются существенно реже и приурочены к отдельным активным интервалам. Наличие автоспектрального

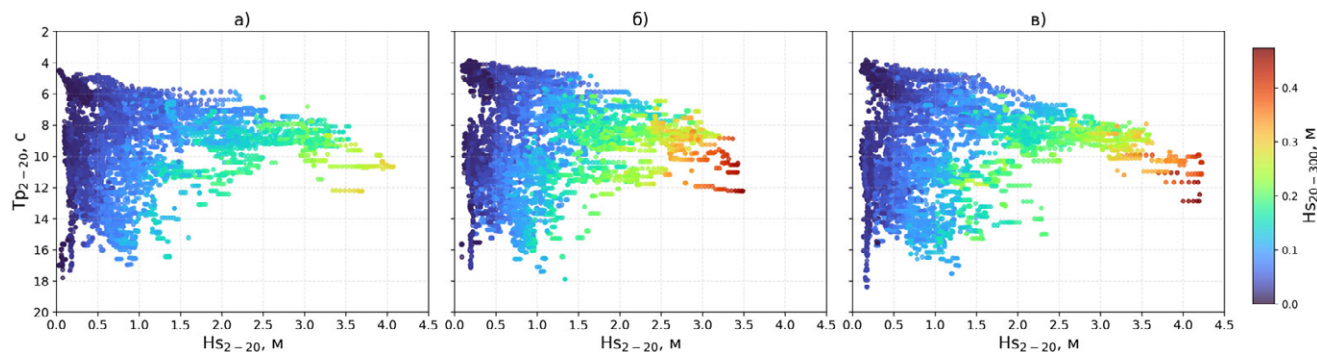


Рис. 5. Сочетания параметров волнения 2–20 с, при которых наблюдались различные значения Hs(20–300 с): а) T1; б) T2; в) T3. По оси абсцисс - Hs(2–20 с), по оси ординат - Tr(2–20 с), цветом показана Hs(20–300 с). Ось Tr инвертирована.

Fig. 5. Combinations of 2–20 s wave parameters associated with different values of Hs(20–300 s): (a) T1; (b) T2; (v) T3. The axes show Hs(2–20 s) and Tr(2–20 s); color denotes Hs(20–300 s). The Tr axis is inverted.

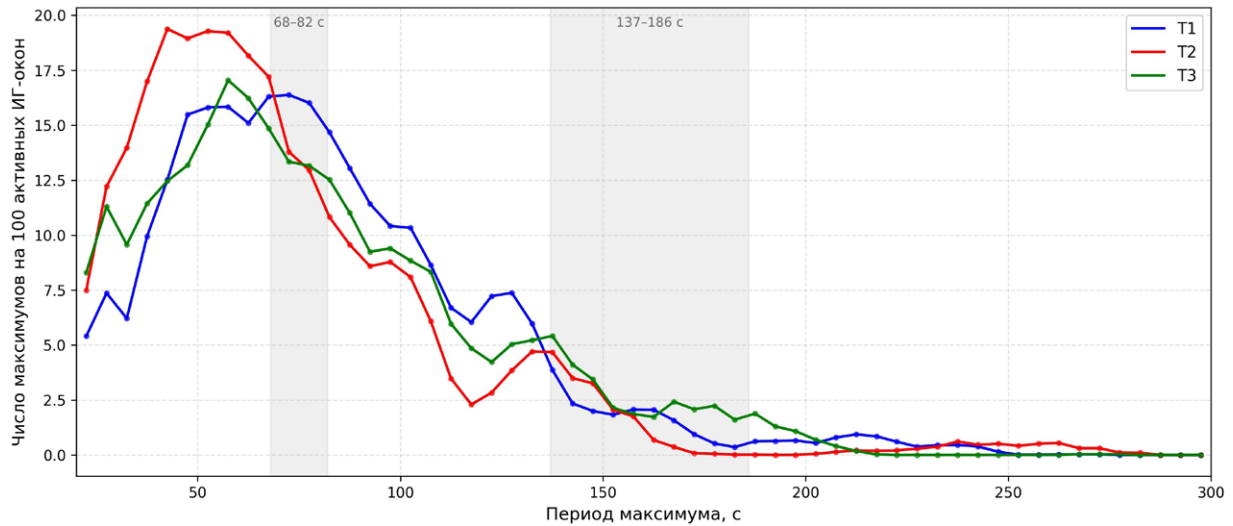


Рис. 6. Повторяемость локальных максимумов спектральной энергии в диапазоне 20–300 с по данным трех станций. По оси абсцисс - период максимума, по оси ординат - число максимумов на 100 активных окон. Затенены диапазоны 68–82 и 137–186 с, ранее выделенные у оз. Изменчивое [6].

Fig. 6. Recurrence of local spectral energy maxima in the 20–300 s period range based on data from the three stations. The x-axis shows peak period, and the y-axis shows the number of maxima per 100 activity windows. Shading marks the 68–82 s and 137–186 s ranges previously identified near the Izmenchivoye lake [6].

максимума само по себе не позволяет отнести колебание к захваченной краевой или излученной волне; такая классификация требует устойчивой когерентности и анализа фазовых соотношений между станциями. Поэтому в настоящем тексте диапазоны 40–80 и 137–186 с

характеризуются как области повторяемости спектральных максимумов, без отождествления с конкретным типом волн.

Рис. 7 дополняет распределение на рис. 6 временной привязкой максимумов. В верхней панели показана средняя по трем станциям

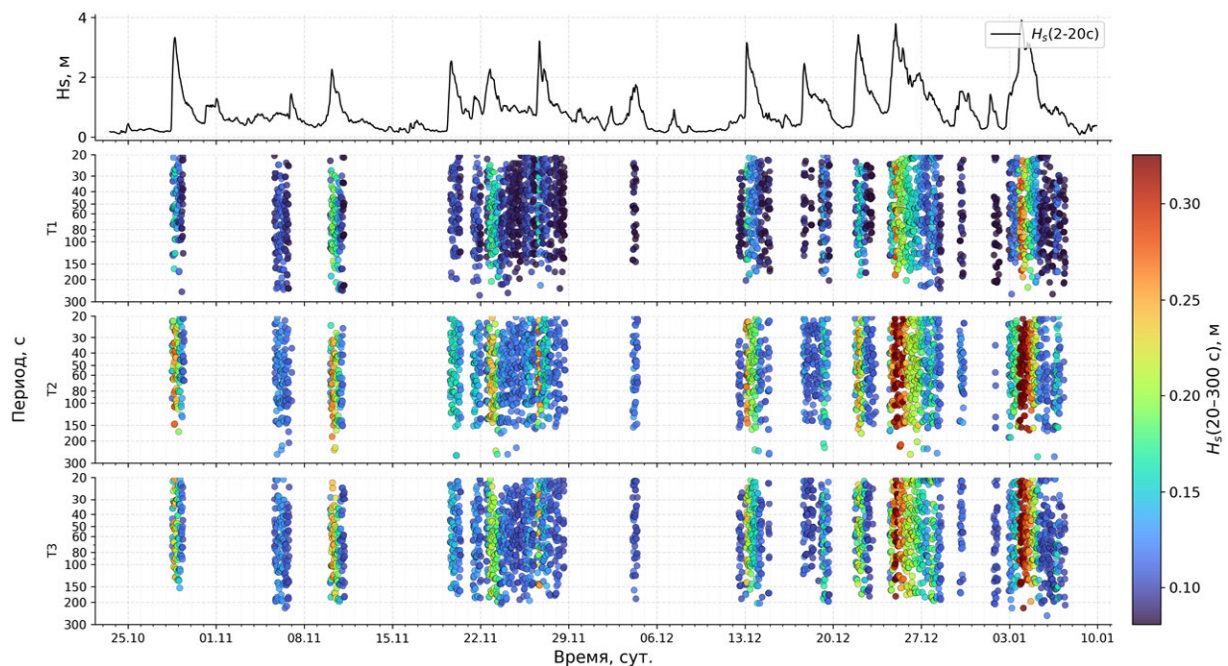


Рис. 7. Распределение локальных спектральных максимумов 20–300 с во времени. Сверху - средняя по трем станциям $H_s(2-20\text{ c})$; ниже - периоды максимумов в активных окнах отдельно для T1, T2 и T3. Цвет соответствует $H_s(20-300\text{ c})$.

Fig. 7. Temporal distribution of local spectral energy maxima in the 20–300 s period range. Top, $H_s(2-20\text{ s})$ averaged over the three stations. Bottom, peak periods in activity windows at T1, T2, and T3. Color denotes $H_s(20-300\text{ s})$.

Hs(2–20 с), в нижних - периоды локальных максимумов 20–300 с в активных окнах; цветом обозначена Hs(20–300 с).

Максимумы образуют отдельные группы, совпадающие с несколькими эпизодами усиления волнения. Существенно, что возрастание энергии в диапазоне 40–80 с наблюдается не в одном экстремальном шторме, а повторяется в разных событиях в ноябре, декабре и начале января. Именно эта повторяемость во времени, а не общая связь инфрагравитационной энергии со штормами, составляет основной вывод, полученный в данной работе. Максимумы 140–180 с появляются лишь в отдельных событиях и не формируют непрерывной или регулярно повторяющейся полосы.

Время появления основных групп максимумов близко на трех станциях, что ожидаемо при компактной схеме постановки. Более информативны различия амплитуд: Hs(20–300 с) чаще выше на Т2 и Т3, чем на Т1. Их можно связать с глубиной и локальной трансформацией лишь как рабочую гипотезу, поскольку трех точек недостаточно для восстановления пространственной структуры поля.

Таким образом, результаты выполненного анализа показали, что возрастание энергии в диапазоне 40–80 с наблюдается в нескольких независимых штормовых эпизодах, тогда как более низкочастотные максимумы возникают нерегулярно. Тип волны по этому рисунку не определяется; для разделения краевых и излученных компонентов необходим отдельный взаимно-спектральный анализ.

Заключение

По трем синхронным записям продолжительностью около 78.5 суток охарактеризованы ветровое волнение, зыбь и инфрагравитационные колебания в районе пролива Красноармейский. За период наблюдений зарегистрировано несколько штормов со значимой высотой волн до 3–4 м и более.

Для данного массива наиболее высокие Hs(20–300 с) сосредоточены в области Hs(2–20 с) более 2.5–3.0 м и Tr(2–20 с) около 8–12 с.

Этот результат характеризует условия возникновения наиболее сильного инфрагравитационного отклика в исследованном районе и не предлагается как новая общая закономерность генерации инфрагравитационных волн.

Главный результат состоит в устойчивой повторяемости локальных спектральных максимумов с периодами 40–80 с в нескольких штормовых событиях. Ранее выделенный у оз. Изменчивое интервал 68–82 с входит в верхнюю по периоду часть этой более широкой области; диапазон 137–186 с в новых данных выражен значительно слабее и проявляется эпизодически.

Различия Hs(20–300 с) между станциями, наиболее заметные между Т1 и Т2–Т3, указывают на возможное влияние глубины и локальной трансформации, но компактная схема постановки не позволяет восстановить пространственную структуру колебаний. Автоспектральные данные также недостаточны для однозначного разделения краевых и излученных волн; для этого требуется анализ когерентности и фазы только в тех полосах, где когерентность статистически значима.

Полученные оценки задают характерные периоды и волновые условия, которые следует учитывать при дальнейшем исследовании прибрежных течений и переформирования береговой зоны в районе пролива Красноармейский, состояние которого влияет на поступление морской воды в озеро Тунайча. Связь с литодинамикой здесь формулируется как направление дальнейшей работы, поскольку транспорт прибрежно-морских наносов непосредственно не измерялся и в данной работе не рассматривался.

Ограничением работы является отсутствие независимых данных о ледовой обстановке. Наблюдения были прекращены 10 января 2022 г., поэтому влияние начальных форм льдообразования на заключительный участок записи было весьма возможно. Однако заметной изменчивости гидродинамических параметров и диапазонов повторяемости спектральных максимумов выявлено не было, поэтому наличие или отсутствие ледяного покрова не сказалось на полученных результатах.

Список литературы

1. Рабинович А.Б. *Длинные гравитационные волны в океане: захват, резонанс, излучение*. Л.: Гидрометеиздат, 1993. 240 с.
2. Леонтьев И.О. *Прибрежная динамика: волны, течения, потоки наносов*. М.: ГЕОС, 2001. 272 с.
3. Като Э., Мисков О.А., Шевченко Г.В. Штормовые нагоны на побережье острова Сахалин в конце XX века. *Динамические процессы на шельфе Сахалина и Курильских островов*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2001. С. 160–176.
4. Афанасьев В.В. Геоморфологические аспекты проблемы защиты берегов острова Сахалин. *Геоморфология*. 2015. № 2. С. 28–37. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2015-2-28-37>
5. Шевченко Г.В., Горбунов А.О., Куркин А.А., Катаева Л.Ю. Геоморфологические и гидродинамические условия размывов полотна главной автомобильной магистрали Сахалина. *Наука и техника транспорта*. 2010,3:60–70. EDN: MVLTAВ
6. Шевченко Г.В., Кириллов К.В. Регистрация инфрагравитационных волн в районе оз. Изменчивое (юго-восточный Сахалин). *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2018. Т. 11, № 4. С. 81–89. <https://doi.org/10.7868/S207366731804010X>
7. Заславский М.М., Красицкий В.П. О пересчете данных волнографа с датчиком давления на спектр поверхностных волн. *Океанология*. 2001. Т. 41, № 2. С. 195–200. EDN: LGZJET
8. Плеханов Ф.А., Ковалев Д.П. Программа комплексной обработки и анализа временных рядов данных уровня моря на основе авторских алгоритмов. *Геоинформатика*. 2016. № 1. С. 44–53. EDN: VQZVLF
9. Плеханов Ф.А. Пространственно-временная изменчивость характеристик волнения у юго-восточного побережья о. Сахалин по данным инструментальных измерений. *Ученые записки Сахалинского государственного университета*. 2015. № 11–12. С. 35–38. EDN: UZDIKD
10. Кузнецов К.И., Куркин А.А., Пелиновский Е.Н., Ковалев П.Д. Статистические характеристики ветрового волнения на юго-восточном побережье о. Сахалин по инструментальным измерениям 2006–2009 гг. *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2014. Т. 52, № 2. С. 242–250.

References

1. Rabinovich A.B. *Long gravitational waves in the ocean: capture, resonance, radiation*. L.: Gidrometeoizdat, 1993, 240 p. (in Russ.).
2. Leontiev I.O. *Coastal dynamics: waves, currents, sediment flows*. Moscow: GEOS, 2001, 272 p. (in Russ.).
3. Kato E., Miskov O.A., Shevchenko G.V. Storm surges on the coast of Sakhalin Island at the end of the twentieth century. *Dynamic processes on the shelf of Sakhalin and the Kuril Islands*. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGIG FEB RAS, 2001. p. 160–176. (in Russ.).
4. Afanasyev V.V. Geomorphological aspects of the problem of protecting the shores of Sakhalin Island. *Geomorphology*. 2015,2:28–37. (in Russ.). <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2015-2-28-37>
5. Shevchenko G.V., Gorbunov A.O., Kurkin A.A., Kataeva L.Yu. Geomorphological and hydrodynamic conditions of erosion of the main highway of Sakhalin. *Science and Technology of transport*. 2010,3:60–70. (in Russ.). EDN: MVLTAВ
6. Shevchenko G.V., Kirillov K.V. Registration of infragravity waves in the Izmenchivoye lake area (Southeastern Sakhalin). *Fundamental and applied hydrophysics*. 2018,11(4):81–89. (in Russ.). <https://doi.org/10.7868/S207366731804010X>
7. Zaslavsky M.M., Krasitsky V.P. On the recalculation of waveform data with a pressure sensor on the spectrum of surface waves. *Oceanology*. 2001,41(2):195–200. (in Russ.). EDN: LGZJET
8. Plekhanov V.A., Kovalev D.P. A program for the integrated development and analysis of time series of the modern world based on modern author's algorithms. *Geoinformatics*. 2016,1:44–53. (in Russ.). EDN: VQZVLF
9. Plekhanov F. A. Spatial and temporal variability of wave characteristics off the southeastern coast of Sakhalin Island according to instrumental measurements. *Scientific notes of Sakhalin State University*. 2015,11–12:35–38. (in Russ.). EDN: UZDIKD
10. Kuznetsov K. I., Kurkin A. A., Pelinovsky E. N., Kovalev P. D. Statistical characteristics of wind waves on the southeastern coast of Sakhalin Island by instrumental measurements 2006-2009 // *Izvestiya RAS. Physics of the atmosphere and ocean*. 2014,52(2):242–250. (in Russ.).

Об авторе

Кириллов Константин Владиславович, научный сотрудник лаборатории волновой динамики и прибрежных течений, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия, k.kirillov@imgg.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0822-3060>

About the Author

Kirillov, Konstantin V., Researcher of the Laboratory of Wave Dynamics and Coastal Currents, Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, k.kirillov@imgg.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0822-3060>

Поступила 15.06.2026

Принята к публикации 15.08.2026

Received 15 June 2026

Accepted 15 August 2026