



Исследование штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

Научная статья УДК 639.22/.23

EDN: ZEATLU

Жарников Вячеслав Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), Москва, Россия
E-mail: zharnikov@vniro.ru

Смирнов Андрей Анатольевич – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО); профессор кафедры точных и естественных наук, Северо-Восточный государственный университет (СВГУ); профессор кафедры ихтиологии, Дагестанский государственный университет (ДГУ), Москва, Россия
E-mail: asmirnov@vniro.ru

Адреса:

1. Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО) – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
2. Северо-Восточный государственный университет – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
3. Дагестанский государственный университет – 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация. В районе пос. Тауйск Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря в конце октября 2020 г. произошел массовый выброс двустворчатых моллюсков в прибрежной полосе длиной 1,2-1,5 км, шириной 1,5-15 м. Для определения причин этого явления были рассмотрены антропогенный (наличие свалки, расположенной недалеко от района выбросов моллюсков) и естественный (сильный шторм, сизигийный отлив и повышенная температура воды) факторы. На всем побережье были обнаружены только два вида двустворчатых моллюсков: спизула войи (*Spisula voyi*) и силиква острая (*Siliqua alta*) в соотношении численности и массы видов 0,59:0,41 и 0,65:0,35 соответственно. Рассматриваются размеры, возраст и количество промысловых моллюсков, выброшенных на берег. На обследованном участке побережья ($S=6075 \text{ м}^2$) общее количество силиквы острой, в возрасте от 2 до 9 лет, оценено в 16,6 т, спизулы войи, в возрасте от 2 до 10 лет, – в 31,2 тонн.

Ключевые слова: штормовые выбросы, гидрологические факторы, сизигийный отлив, спизула войи, силиква острая, размерная и возрастная структуры

Для цитирования: Жарников В.С., Смирнов А.А. Исследование штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 43–51. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

STUDY OF STORM RELEASES OF BIVALVE MOLLUSKS ON THE COAST OF AMAKHTON BAY, TAUJ BAY, SEA OF OKHOTSK

Zharnikov Viacheslav Sergeevich – Candidate of Biological Sciences, Senior researcher, Department of invertebrate aquaculture, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (Northeastern State University); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

Addresses:

1. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – 19 Okružny Proezd, Moscow, 105187
2. Northeastern State University – Russia, 685000, Magadan, Portovaya St., 13
3. Dagestan State University – Russia, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

Annotation. In the area of the village. At the end of October 2020, there was a massive release of bivalve mollusks in a coastal strip 1.2-1.5 km long, 1.5-15 m wide. To determine the causes of this phenomenon, anthropogenic (presence of a landfill located near the area of mollusk releases) and natural (strong storm, spring tide and elevated temperature) occurred water factors. On the entire coast, only two species of bivalve mollusks *Spisula voyi* and *Siliqua alta* were found in the ratio of the number and mass of species 0.59:0.41 and 0.65:0.35, respectively. The size, age and number of commercial shellfish washed ashore are considered. On the surveyed section of the coast ($S = 6075 \text{ m}^2$), the total amount of *Siliqua alta*, aged from 2 to 9 years, was estimated at 16.6 tons, *Spisula voyi*, aged from 2 to 10 years, was estimated at 31.2 tons.

Keywords: storm emissions, hydrological factors, spring ebb, *Siliqua alta*, *Spisula voyi*, size and age structure

For citation: Zharnikov V.S., Smirnov A.A. (2025). Study of storm releases of bivalve mollusks on the coast of Amakhton Bay, Tauj Bay, Sea of Okhotsk // Fisheries. No. 3. Pp. 43–51. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Тауйская губа относится к наиболее продуктивным районам северной части Охотского моря и является одним из важнейших районов воспроизводства крабов, креветок, моллюсков и других животных [1]. В пределах губы относительно хорошо обособлены такие крупные заливы, как Амахтонский, Мотыклейский и Одян [2].

Амахтонский залив образован вследствие проникновения моря в понижения между передовыми горными цепями и характеризуется наличием впадающих в него крупных рек, таких как Армань, Ойра, Яна и Тауй. Воды его опреснены до 27‰ [3]. Литораль здесь хорошо выражена лишь в западной части залива в районе между р. Яна и Тауй. Сублиторальная зона до глубины 15 м в западной части Амахтонского залива характеризуется протяжённостью около 20 км с доминированием здесь илистых

и песчаных грунтов. Малые глубины, протяжённость литорально-сублиторальной зоны, вынос биогенных реками и илисто-песчаные типы грунтов, определяют высокую продуктивность этого участка для группы закапывающихся моллюсков, создавая здесь концентрации их поселений. Выходы крупных рек Яна и Тауй способствуют понижению солёности воды и таким образом защищают двустворчатых моллюсков от хищников (крабов, морских звезд), которые не переносят понижение солёности, что, в свою очередь, способствует повышению скопления здесь моллюсков.

Одним из основных составляющих биоценоза морской литорали Охотского моря являются двустворчатые моллюски. Участвуя в процессе (генезисе) прибрежного сообщества как фильтраторы и детритофаги, они являются одним из важнейших гарантов экологического равно-

весия [4]. В Охотском море двустворчатые моллюски составляют основу биомассы бентоса континентального шельфа, достигая в Притайском районе 36,8% от общей биомассы [5].

Двустворчатые моллюски – наиболее удобные объекты для мониторинга качества морской среды, которые при дыхании и питании пропускают через себя значительное количество морской воды. В процессе фильтрации животные аккумулируют загрязняющие вещества [6], при этом концентрация ксенобиотиков в тканях двустворчатых моллюсков может достигать высокого уровня [7].

На побережье Амахтонского залива 25 октября 2020 г. был обнаружен массовый выброс двустворчатых моллюсков в районе с. Тауйск (рис. 1). По данным Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО), масштаб выбросов в полосе побережья определен протяженностью 1,2-1,5 км, шириной 1,5-15 метров. Ученые объясняют эти выбросы природными факторами [8]. Природные явления, такие как сильная волновая активность, «красный прилив» и антропогенное загрязнение могли стать причиной выбросов двустворчатых моллюсков.

Цель работы – исследовать видовое разнообразие, размерную, возрастную и массовую характеристики двустворчатых моллюсков в штормовых выбросах на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря, а также определить причину вызванного явления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На западном побережье Амахтонского залива в районе с. Тауйск, находящегося между выходом двух крупных рек – Яна и Тауй, был проведен сбор материала из штормовых выбросов в период полного отлива с 25 по 27 октября 2020 г. (рис. 2). В это время, благодаря сизигийным приливо-отливным течениям, произошло освобождение от воды трех горизонтов литорали. Это позволило определить распространение штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на литорали вдоль побережья длиной 1250 м и шириной от 1,5 до 15 м (в среднем около 5 м) (см. рис. 1).

Западное побережье Амахтонского залива представляет пологую зону осушки, простирающуюся во время отлива на 500-700 м от супралиторали (зона максимального прилива) до сублиторали (граница максимального отлива). Четких границ между горизонтами литорали на этом участке не наблюдалось. Границы литорали условно поделили по мере удаления от супралиторали к сублиторали вдоль пологой зоны осушки. На пяти разрезах через каждые 250 м вдоль берега делали станцию, где рамкой площадью 1/10 м² (32x32 см) отбирали

по 5 проб. Учётную рамку бросали случайным образом на литораль, где находились гидробионты. Все содержимое рамки собирали, а моллюсков, которые успели зарыться, выкапывали совком. В учётной рамке (1/10 м²) оценивалось проективное покрытие моллюсками на доле площади грунта, занятого животными. Кроме того, было оценено проективное покрытие моллюсков для всей станции (разреза) в целом. Проективное покрытие моллюсками, как в пределах отдельной пробы (рамки), так и на всей станции (разрезах) было оценено по фотографиям с применением программы анализа изображения ImageJ. Также провели исследование площади распространения штормовых выбросов на различных участках литорали.

Всех моллюсков тщательно промывали водой. Всего за период исследований собрано 25 проб и обработаны 717 экз. моллюсков. В каждой пробе определяли вид и возраст двустворчатых моллюсков по годовым кольцам нарастания, согласно методике И.А. Садыховой [9], и длину раковины особей штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Моллюсков взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 грамма. Полученные данные, пересчитанные на 1 м², были применены для вычисления средних значений плотностей, биомассы животных и количества двустворчатых моллюсков, находящихся в штормовых выбросах на побережье.

Индивидуальный рост спикулы войи и силиквы острой реконструировали путём изме-



Рисунок 1. Массовый выброс двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива в районе села Тауйск Тауйской губы Охотского моря (фото В.С. Жарникова)

Figure 1. Massive release of bivalve mollusks on the coast of the Amakhton Bay in the area of the village of Tauisk, Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk (photo by V.S. Zharnikov)

рения расстояний между макушкой раковины и кольцами зимней остановки роста («размеры колец»). На основании измерений для каждого моллюска графическим способом оценивали величину углового коэффициента уравнения прямой линии, описывающей рост мидии и являющейся линеаризованной формой модели Берталанфи: $L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$, где L_t – длина раковины моллюска в возрасте t ; L_∞ – «физиологически возможная» предельная длина раковины, мм; k – коэффициент, характеризующий скорость замедления процесса роста; t_0 – возраст, при котором длина раковины равна нулю. Угловой коэффициент b (тангенс угла наклона) модели Берталанфи, приведенной к виду прямой линии ($y = a + bx$), связан с коэффициентом k зависимостью: $k = -\ln b$ [10].

Согласно расчетам, темп роста моллюсков в штормовых выбросах Амахтонского залива выглядит следующим образом: для силиквы острой $L_t = 115(1 - e^{-0,16(t-0,3)})$ и спизулы войи $L_t = 103,55(1 - e^{-0,13(t-0,3)})$. Собранный материал статистически обработан с помощью про-

грамм Exel и Statistica 10.0. В тексте указана ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения причин массового выброса двустворчатых моллюсков на побережье Тауской губы были рассмотрены антропогенные и естественные факторы. Неподалеку от места выброса сотрудники МагаданНИРО обнаружили свалку бытовых отходов в прибрежной водоохранной зоне моря. Специалисты отмечали, что наличие мусора может способствовать накоплению тяжелых металлов и микропластика в грунтах побережья и ухудшить условия обитания морских гидробионтов [8]. Однако отобранные пробы моллюсков, воды и грунта не подтвердили техногенную причину массового выброса животных.

Явления «красных приливов» в прибрежье Тауской губы не были описаны, однако такой феномен, при котором происходит резкая вспышка и развитие микроскопических водорослей динофлагеллят, диатомовых и других водорослей накапливающие токсины (нейротоксичную домоевую кислоту) отрицать нельзя [11]. С развитием глобальной потепления «красные приливы» встречаются не только на побережье Приморья, но и у берегов Камчатки, Сахалина, и причиняют большой вред морским экосистемам, так как обуславливают дефицит кислорода в воде, появление в ней сероводорода и аммиака, способствуют возникновению заморных явлений и массовой гибели морских гидробионтов [12]. Однако местные жители поселка Тауйск охотно собирали и употребляли двустворчатых моллюсков в пищу, и случаев отравления зафиксировано не было.

Наиболее подходящая версия массового выброса моллюсков – это естественные гидрологические факторы. Исследования розы ветров Тауской губы привели нас к выводу, что южные и юго-восточные ветры, оказывающие воздействие на участок побережья длиной 1,25 км в районе с. Тауйск, где в штормовых выбросах были найдены в массовом количестве двустворчатые моллюски, имеют коэффициент Эйди 620 (см. рис. 2). От всей суммы розы ветров этот участок побережья имеет значение 38,5% и считается умерено-повышенным районом по ветро-волновой активности [13]. Можно предположить, что не только открытость берега и преобладание ветрового волнения образовали «штормовые выбросы», но и множество других факторов. По данным ГИС (ЕСИМО), в октябре 2020 г. в северной части Охотского моря температура воды была несколько выше среднемноголетней. Сильный шторм, сизигийный отлив и повышенная температура воды,

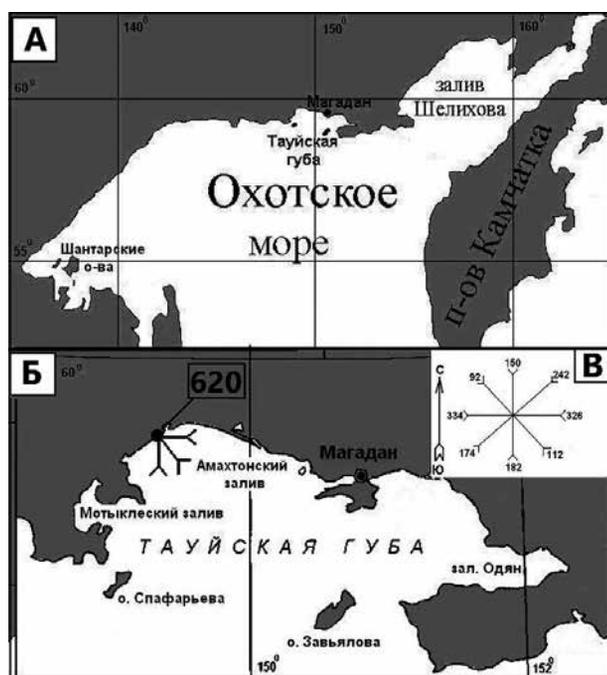


Рисунок 2. А и Б – карта-схема сбора проб двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауской губы Охотского моря; В – роза ветров, выраженная в коэффициентах Эйди, на побережье Тауской губы

Figure 2. A and B – map diagram of the collection of samples of bivalve mollusks on the coast of the Amakhton Bay of the Taui Bay of the Sea of Okhotsk; B – wind rose, expressed in Eidi coefficients, on the coast of Tauskaya Bay

вкпе с пространственно-временным положением поселений моллюсков в грунте на западном побережье Амахтонского залива, были причиной массового выброса гидробионтов на берег в районе поселка Тауйск. Волны размывали поверхностную часть песочного грунта во время отлива в сублиторальной зоне. Обычно при вымывании двустворчатых моллюсков из грунта они могут снова закопаться в грунт, но из-за сильной ветро-волновой активности животные не сумели это сделать и стали уязвимыми при воздействии динамики вод.

По заявлению местных жителей, подобное явление происходило и за несколько лет до 2020 г., но объемы выбросов моллюсков были в меньшем масштабе. Как известно, штормовые выбросы наглядно иллюстрируют разнообразие видов в прибрежных районах моря [14]. По данным К.В. Регель [15], в Тауйской губе обитает около 50 видов двустворчатых моллюсков. В наших пробах и в штормовых выбросах найдены только два вида двустворчатых моллюсков спизула войи *Spisula voyi* (Gabb, 1866) (*Macromeris polynyma* Stimpson, 1860) и силиква острая *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby, 1829) и (рис. 3 А, Б).

Силиква острая (*Siliqua alta*). Этот вид широко распространен в северной части Тихого океана [16] и отмечен на песчаной литорали дальневосточных морей [17]. Обитает в диапазоне глубин от литорали до 80 метров. В Охотском море достигает длины 160 мм и возраста 22 года [18]. Крупные раковины встречались в выбросах в устье р. Тауй, на Ольской косе и в Мотыклейском заливе. Имеет большое значение, как один из кормовых объектов прибрежных бентосоядных рыб (например, камбал) [15]. В Тауйской губе имеет промысловое значение, запас определен в размере 10020 т [14].

По данным И.А. Буяновского [19], скопления силиквы острой (острый клэм, морская бритва) в Охотском море отмечены на глубинах 4-25 м, средняя биомасса составляет 600 г/м² с плотностью скоплений 6-8 экз./м². Основные скопления расположены в Охотском море: в заливах Анива, Терпения, у восточного Сахалина и в Сахалинском заливе, у западной и восточной Камчатки, у Курильских, Командорских и Алеутских островов, в Беринговом море – в заливах Корфа и Олюторском [18]. Естественной границей скоплений силиквы острой вдоль изобат следует считать гравийно-галечные грунты и поселения морского ежа и звезд [20]. Силиква острая наименее изученная группа потенциально промысловых двустворчатых моллюсков на побережье Тауйской губы, поэтому основное внимание должно быть уде-



Рисунок 3. Фото спизулы войи *Spisula voyi* (А) силиквы острой *Siliqua alta* (Б) (фото В.С. Жарникова)

Figure 3. Photo of *Spisula voyi* (A) and *Siliqua alta* (B) (photo by V.S. Zharnikov)

лено *Siliqua alta*, так как этот моллюск образует большие скопления, достигает больших размеров и растет относительно быстро.

Размерная и возрастная структура. Длина силиквы острой в выбросах колебалась от 31 до 93 мм, при среднем значении $64,8 \pm 0,4$ мм (рис. 4). Преобладали в пробах две размерные группы длиной раковины 55,1-60 мм (21,1%) и 75,1-80 мм (14,9%). Особи становятся половозрелыми в возрасте 5 лет (до 10%), но 100-процентная половая зрелость достигается к 8 годам [11]. Половозрелые особи в штормовых выбросах составили 50%.

В собранных пробах моллюсков в основном преобладала силиква острая в возрасте от 2 до

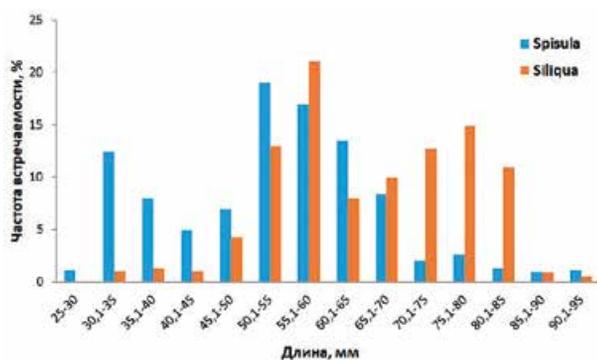


Рисунок 4. Частотное распределение по длине раковины силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 года

Figure 4. Frequency distribution along the shell length of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Taiui Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

9 лет с доминированием в возрасте 4 года (37%) и 6 лет (26,8%). В единичных экземплярах встречались моллюски в возрасте 2 лет (1,1%) и 9 лет (0,7%) (рис. 5). Наличие в поселении моллюсков с доминированием различных размерных групп, а также не всех генераций свидетельствует об автоциклических (не ежегодных) массовых пополнениях популяции молодью. Вероятно, отсутствие в выбросах силиквы острой в возрасте 0+ и 1+ свидетельствует о концентрации их на более низких глубинах, где они не были затронуты волновой активностью.

Рост. Согласно проведённым исследованиям, темп роста силиквы острой в штормовых выбросах подчиняется уравнению группового линейного роста (рис. 6) и выглядит следующим образом: $L_t = 115(1 - e^{-0,16(t-0,3)})$.

Силиква острая растёт на протяжении всей жизни, но наиболее значительный ежегодный прирост длины раковины (в среднем более 10-16 мм) наблюдается у моллюсков в возрасте от 0+ до 3+ лет. В возрасте 4+ до 7+ лет, при длине раковины 55-80 мм, прирост раковины составляет 5-10 мм, а в возрасте более 8+ лет не превышает – 2-4 мм в год. Возрастные изменения прижизненной массы тела силиквы острой почти повторяют картину изменения длины раковины, но отличаются очень низкими величинами ежегодных приростов. В возрасте от 3+ лет характерно достижение максимальной величины прироста массы (более 12 г), в тот момент, когда прирост длины уже снижается (рис. 6, 7).

Размерно-массовая характеристика. Масса силиквы острой в штормовых выбросах колебалась от 2,6 до 85 г., средняя величина оставила $24 \pm 0,2$ г. (рис. 7). Показатель сте-

пени (3,5369) был больше 3, что, по мнению А.Ч. Ким и Р.Т. Гон [21], говорит о стабильности размерно-массовой характеристики данной группировки.

Общая масса силиквы острой, на обследованном участке побережья ($S=6075$ м²) в возрасте от 2 до 9 лет, оценена в 16,6 тонн. При промысловой длине 80 мм [22] и возрасте более 7+ лет, средняя масса 1 экз. силиквы острой составляет 47 граммов. От общего количества, выброшенной силиквы острой на берег, 12,5% моллюсков были промыслового размера и составили в масштабе штормовых выбросов 5,19 тонн.

Спизула войи или прибойный клэм (*Spisula voyi*). Широко распространён в северо-западной части Тихого океана, обитает на глубине 0-110 м [16] на песчаных грунтах. По-

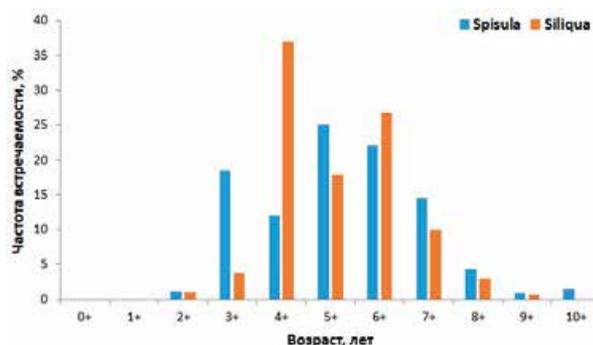


Рисунок 5. Частотное распределение по возрасту силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 году

Figure 5. Frequency distribution by age of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Taiui Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

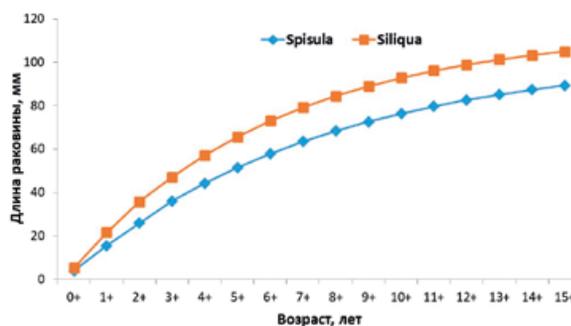


Рисунок 6. Рост силиквы острой и спизулы войи аппроксимирован уравнением Берталланфи

Figure 6. Growth of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* approximated by Bertalanffy's equation

тенциальный промысловый объект [4]. Моллюски обитают в песчаном, гравийном, мелко-галечном, ракушечном грунтах в сублиторали, зарываясь в грунт до 15 см [22]. Максимальная длина раковины достигает 160 мм при возрасте 60 лет [23]. Этот моллюск в массовых количествах ранее отмечался в штормовых выбросах на северном побережье Охотского моря, в междуречье р. Яна – р. Тауй [4]. Добычу можно вести круглый год [20]. Известно, что спизула в значительном количестве встречается в совместных поселениях с силиквой [24], это подтверждают наши данные из штормовых выбросов.

Размерная и возрастная структура. По нашим данным, длина спизулы войи в штормовых выбросах колебалась от 25 до 94 мм, составив в среднем $53,4 \pm 0,3$ мм. Преобладали две размерные группы – длиной 30,1-35 мм (12,5%) и 50,1-65 мм (49,6%) (рис. 4).

В сборах встречалась спизула войи в возрасте от 2 до 10 лет. Доминировали моллюски в возрасте 3 года (18,5%) и 5-6 лет (47,1%). В единичных экземплярах встречались моллюски в возрасте 2 лет (1,2%) и 9-10 лет (2,3%) (рис. 5). Отсутствие в штормовых выбросах молоди моллюсков 0+ и 1+ лет свидетельствует об их концентрации на более низких глубинах, где волновая активность не оказывает влияние и не размывает грунт. Молодые моллюски не могут глубоко закопаться, поэтому сосредотачиваются глубже, чем их взрослые особи. Со временем спизула войи, достигнув возраста 2-3 лет, перемещается на мелководье, где лучше прогревается вода в летнее время и больше пищи. Доминирование двух размерных и возрастных групп у спизулы войи свидетельствует об автоциклических ежегодных массовых пополнениях популяции молодью и избирательной миграции моллюсков на мелководье. Первые особи спизулы войи становятся половозрелыми в возрасте 3 лет [22]. Вероятно, особи к этому времени перемещаются в сублиторальной зоне ближе к литорали, где вода в летнее время хорошо прогревается и наиболее благоприятна для размножения. В штормовых выбросах основная масса спизулы войи была половозрелой.

Рост. Темп роста спизулы войи в штормовых выбросах подчиняется уравнению группового линейного роста (рис. 5) и выглядит следующим образом: $L_t = 103,55(1 - e^{-0,13(t-0,3)})$.

Спизула войи (прибойный клэм) растёт на протяжении всей жизни. Наиболее значительный ежегодный прирост длины раковины (в среднем более 10-12 мм) наблюдается у моллюсков в возрасте от 0+ до 2+ лет. В возрасте от 3+ до 7+ лет, при длине раковины 35-65 мм, прирост раковины составляет 5-10 мм, а в возрасте более 8+ лет (более 65 мм) не превышает

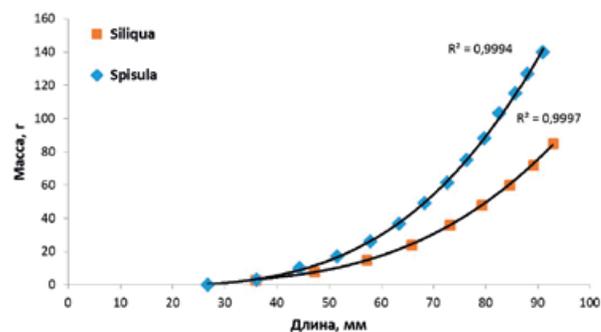


Рисунок 7. Размерно-массовая характеристика силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 году

Figure 7. Size and mass characteristics of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Tai Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

ет 2-5 мм в год. Прирост массы у спизулы войи имеет обратную зависимость от увеличения длины моллюска. Так, в возрасте от 2+ лет характерно резкое увеличение прироста массы (более 7 г) и снижается – с увеличением прироста длины моллюска (рис. 6, 7).

Размерно-массовая характеристика. Масса 1 экз. спизулы войи (прибойного клэма) колебалась от 3,0 до 157 г, составив в среднем $31 \pm 0,3$ г (рис. 7). Общая масса спизулы войи в возрасте от 2 до 10 лет в штормовых выбросах на участке побережья ($S=6075$ м²) оценена в 31,2 тонн. Моллюски промыслового размера (более 8+ лет и 70 мм), средняя масса 1 экз. составила 68 граммов. Из общего количества, выброшенной на побережье спизулы войи, 8,3% составили особи промыслового размера с общей массой 9,62 тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соотношения численности и массы видов спизулы войи и силиквы острой в штормовых выбросах на побережье Амахтонского залива составило 0,59:0,41 и 0,65:0,35, соответственно. Как по численности, так и по массе, доминировала спизула войи. По данным специалистов МагаданНИРО, штормовой выброс на побережье Амахтонского залива в октябре 2020 г. отличался значительным объемом, который случается не чаще, чем один раз в 10-15 лет [25]. Исследования размерной и возрастной структуры моллюсков из выбросов показали, что в незначительных количествах встречались 9-10 летние особи и отсутствовали 11-12-летние животные, которые часто встречались в виде пустых ракушек на побережье Тауйской губы [26].

Согласно полученным данным, предполагаем, что подобные явления на побережье Амахатонского залива случались здесь 8-10 лет назад.

По данным И.А. Болотина [4], в этом районе в 2000 г. уже были отмечены штормовые выбросы двустворчатых моллюсков, а в 2021 г. – подобное явление повторилось, но было в несколько раз меньшего масштаба [27].

Вероятно, глобальное потепление оказывает значительное влияние на атмосферные фронты, это, в свою очередь, приводит к изменению частоты и увеличению интенсивности штормов. Повышение температуры океана приводит к увеличению испарения и изменению атмосферной циркуляции, вызывающие более сильные и частые шторма. В связи с климатическими изменениями, сильные шторма стали более распространёнными и приводят к негативным последствиям для экосистемы, особенно в мелководных районах моря, включая выброс двустворчатых моллюсков и эрозию берегов. В условиях глобального потепления происходит резкая перестройка в атмосферных фронтах, особенно в летне-осенний сезон, в результате будут чаще возникать сильные шторма и выбрасывать моллюсков на берег Охотского моря.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: В.С. Жарников – подготовка статьи, сбор и обработка материала, корректировка текста; А.А. Смирнов – подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: V.S. Zharnikov – preparation of the article, collection and processing of material, text correction; A.A. Smirnov – preparation of the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Черешнев И.А., Поезжалова-Чегодаева Е.А. Систематика и биология бельдюг рода *Zoarces* (Zoarcidae, Pisces) северной части Охотского моря. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. 184 с.
- Баранова Ю.П., Бискэ С.Ф. Северо-Восток СССР. Из сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока». – М.: Изд-во Наука. 1964. 290 с.
- Галанин Д.А. Прибрежные сообщества беспозвоночных и водорослей макрофитов Берингова и Охотского морей (На примере Анадырского залива и Тауйской губы). – Анадырь: НИЦ «Чукотка» ДВО РАН, 1997. С. 47-65
- Болотин И.А. Особенности распределения и оценка запасов доминирующих видов двустворчатых моллюсков в литоральной зоне Тауйской губы. Сборник научных трудов МагаданНИРО. Вып. 1. 2001. с 247-254
- Дулепова Е.П., Борец Л.А. Состав, трофическая структура и продуктивность донных сообществ на шельфе Охотского моря // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 1990. Т. 111. С. 39-48
- Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. – СПб.: ЗИНРАН. 2006. 367 с.
- Краснов Е.В., Корнеев Л.В. Антропогенное воздействие на морские экосистемы европейских морей // VI Baltyckie forum ekologiczne. – Gdansk. 1993. С. 76-82
- Выброс моллюсков на побережье Колымы ученые объясняют природными факторами // <https://www.interfax-russia.ru/far-east/main/massovyuyvybros-mollyuskov-na-poberezhe-magadanskoj-oblasti-uchenye-obyasnyayut-prirodnymi-faktorami/> (дата обращения: 31.01.2025).
- Садыхова И.А. Методика определения возраста двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО. 1972. 39 с.
- Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. – Л.: Изд-во ЛГУ. 1986. 97 с.
- Rao D. V. S., Quilliam M. A., Pocklington R. Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // Canadian journal of fisheries and aquatic sciences. 1988. Vol. 45. №. 12. Pp. 2076-2079
- Тайны «Красного прилива»: как токсичные водоросли могли убить морских животных на Камчатке 2020 // <https://www.dv.kp.ru/daily/217193/4302461/> (дата обращения: 31.01.2025).
- Жарников В.С. Структура, распределение поселений, рост и запасы *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) на литорали Тауйской губы Охотского моря // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2016. № 2. С. 42-49
- Болотин И.А. Двустворчатые моллюски литорали // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука/2006. С. 342-346
- Регель К.В. Биологическое разнообразие Тауйской губы Охотского моря // Морские и солоноватоводные беспозвоночные Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука. 2005. С. 479-521
- Кафанов А.И. Двустворчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики: Анот. указ. – Владивосток: ДВО АН СССР. 1991. 200 с.
- Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. [и др.] Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука. 1997. 168 с.
- Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. – Л.: Наука. 1981. 480 с.
- Буяновский А.И. Морские двустворчатые моллюски Камчатки и перспективы их использования. – М.: ВНИРО. 1994. 99 с.
- Ромейко Л.В. Двустворчатые зарывающиеся моллюски Камчатского шельфа и перспективы их использования // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2002. №. 1. С. 34-43
- Ким А.Ч., Гон Р.Т. Распределение, размерно-массовый состав и состояние ресурсов спизулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в бухте Лососей (залив Анива, Охотское море) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2018. №. 49. С. 75-84
- Атлас двустворчатых моллюсков Дальневосточных морей России. – Владивосток. ТИНРО-центр. 2000. 167 с.
- Hubley B., Heaslip S.G. Data Review and Assessment Framework of the Arctic Surfclam (*Mactromeris*

- polynyma*) on Banquereau and Grand Bank. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/069. 2018. v + 49 p.
24. Савилов А.И. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // Тр. ИО АН СССР. 1961. Т. 46. С. 3-84
 25. Масштаб выброса моллюсков на берег в Магадане наблюдается раз в 10-15 лет – Росрыболовство // <https://mfd.ru/news/view/?id=2391500/> (дата обращения: 31.01.2025).
 26. Жарников В.С. Видовое разнообразие двусторчатых моллюсков в штормовых выбросах прибрежной зоны Амахтонского залива Туйской губы. Научная молодежь – Северо-Востоку России / II Межрегиональная конференция молодых учёных (Магадан, 29-30 мая 2008 г.): сб. материалов. СВКНИИ ДВО РАН. – Магадан: ООО «Полиарк». 2008. Вып. 2. С. 73-77
 27. Берег в Магадане оказался усыпан морскими деликатесами после шторма // <https://ren.tv/news/v-rossii/903932-bereg-v-magadane-okazalsia-usypan-morskimi-delikatesami-posle-shtorma/> (дата обращения: 31.01.2025)

LITERATURE AND SOURCES

1. Chereshev I.A., Poezhalova-Chegodava E.A. (2011). Systematics and biology of the beldyugas of the genus *Zoarces* (Zoarcidae, Pisces) of the northern part of the Sea of Okhotsk. – Magadan: SVNTS FEB RAS. 184 p. (In Russ.)
2. Baranova Yu.P., Biske S.F. (1964). The North-East of the USSR. From ser. “The history of the development of the relief of Siberia and the Far East. – Moscow: Nauka Publishing House. 290 p. (In Russ.)
3. Galanin D.A. (1997). Coastal communities of invertebrates and algae of macrophytes of the Bering and Okhotsk Seas (On the example of the Anadyr Bay and the Tauiskaya Bay). – Anadyr: Scientific Research Center “Chukotka” FEB RAS. Pp. 47-65. (In Russ.)
4. Bolotin I.A. (2001). Distribution features and assessment of stocks of dominant bivalve mollusks in the littoral zone of the Tauiskaya Bay. Collection of scientific papers of MagadanNIRO. Issue 1. Pp. 247-254. (In Russ.)
5. Dulepova E.P., Borets L.A. (1990). Composition, trophic structure and productivity of bottom communities on the shelf of the Sea of Okhotsk // *Izvestiya TINRO* (Pacific Scientific Research Fisheries Center). Vol. 111. Pp. 39-48. (In Russ.)
6. Naumov A.D. (2006). Bivalve mollusks of the White Sea. The experience of ecological and faunal analysis. – St. Petersburg: ZINRAN. 367 p. (In Russ.)
7. Krasnov E.V., Korneevets L.V. (1993). Anthropogenic impact on marine ecosystems of the European seas // VI Baltyckie forum ekologiczne. – Gdansk. Pp. 76-82
8. Scientists explain the release of shellfish on the coast of Kolyma by natural factors // <https://www.interfax-russia.ru/far-east/main/massovyy-vybros-mollyuskov-na-poberezhe-magadanskoy-oblasti-uchenye-obyasnyayut-prirodnymi-faktorami/> (date of reference: 01/31/2025). (In Russ.)
9. Sadikhova I.A. (1972). Methodology for determining the age of bivalve mollusks. Moscow: VNIRO. 39 p.
10. Maksimovich N.V., Pogrebov V.B. (1986). Analysis of quantitative hydrobiological materials. – L.: Publishing House of Leningrad State University. 97 p. (In Russ.)
11. Rao D. V. S., Quilliam M. A., Pocklington R. (1988). Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. Vol. 45. No. 12. Pp. 2076-2079
12. Secrets of the “Red Tide”: how toxic algae could kill marine animals in Kamchatka 2020 // <https://www.dv.kp.ru/daily/217193/4302461/> (date of access: 31.01.2025).
13. Zharnikov V.S. (2016). The structure, distribution of settlements, growth and stocks of *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) in the Tauiskaya Bay littoral of the Sea of Okhotsk // *Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. No. 2. Pp. 42-49. (In Russ.)
14. Bolotin I.A. (2006). Bivalve mollusks of the Littoral // *Landscapes, climate and natural resources of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk*. Vladivostok: Dalnauka. Pp. 342-346. (In Russ.)
15. Regel K.V. (2005). Biological diversity of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk // *Marine and brackish-water invertebrates of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk*. – Vladivostok: Dalnauka. Pp. 479-521. (In Russ.)
16. Kafanov A.I. (1991). Bivalve mollusks of the shelves and the continental slope of the Northern Pacific: Anot. the decree. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences. 200 p. (In Russ.)
17. Kusakin O.G., Ivanova M.B., Tsurpalo A.P. [et al.] (1997). List of species of animals, plants and fungi in the littoral of the Far Eastern seas of Russia. – Vladivostok: Dalnauka. 168 p. (In Russ.)
18. Scarlato O.A. (1981). Bivalves of temperate latitudes of the western Pacific Ocean. – L.: Nauka. 480 p. (In Russ.)
19. Buyanovskiy A.I. (1994). Marine bivalves of Kamchatka and prospects for their use. Moscow: VNIRO. 99 p. (In Russ.)
20. Romeyko L.V. (2002). Bivalve burrowing mollusks of the Kamchatka shelf and prospects for their use // *Bulletin of the Kamchatka State Technical University*. No. 1. Pp. 34-43. (In Russ.)
21. Kim A.Ch., Gon R.T. (2018). Distribution, size and mass composition and state of resources of Sakhalin *Spisula sachalinensis* in Salmon Bay (Aniva Bay, Sea of Okhotsk) // *Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the northwestern Pacific Ocean*. No. 49. Pp. 75-84. (In Russ.)
22. Atlas of bivalve mollusks of the Far Eastern Seas of Russia. – Vladivostok. TINRO Center. 2000. 167 p. (In Russ.)
23. Hubley B., Heaslip S.G. (2018). Data Review and Assessment Framework of the Arctic Surfclam (*Macromeris polynyma*) on Banquereau and Grand Bank. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/069. v + 49 p.
24. Savilov A.I. (1961). Ecological characteristics of benthic communities of invertebrates of the Sea of Okhotsk // Тр. ИО АН СССР Академии Наук СССР. Т. 46. С. 3-84. (In Russ.)
25. The scale of shellfish release to the shore in Magadan is observed once every 10-15 years – Rosrybolovstvo // <https://mfd.ru/news/view/?id=2391500/> (date of access: 31.01.2025).
26. Zharnikov V.S. (2008). Species diversity of bivalves in storm surges of the coastal zone of the Amakhton Bay of the Tauiskaya Bay. Scientific youth – Northeast of Russia / II Interregional Conference of Young Scientists (Magadan, May 29-30, 2008): collection of materials. SVKNIИ FEB RAS. – Magadan: Polyark LLC. Issue. 2. Pp. 73-77. (In Russ.)
27. The coast in Magadan was strewn with seafood delicacies after the storm // <https://ren.tv/news/v-rossii/903932-bereg-v-magadane-okazalsia-usypan-morskimi-delikatesami-posle-shtorma/> (date of request: 31.01.2025)

Материал поступил в редакцию/ Received 06.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025