

Особенности линейного и аллометрического роста мидий *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в различных биотопах Тауйской губы Охотского моря

Рисунок 1. Внешний вид озера Солёное на острове Завьялова / Figure 1. Appearance of the Saline Lake on Zavyalova Island

DOI

Кандидат биологических наук **В.С. Жарников** – научный сотрудник лаборатории ихтиологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН (ИБПС ДВО РАН);

доктор биологических наук, доцент **А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор Северо-Восточного государственного университета (СВГУ)

@ lzarnikov@mail.ru;
andrsmir@mail.ru

Ключевые слова:

тихоокеанская мидия, аллометрический рост, литораль, условия обитания, культивирование

Keywords:

Mytilus trossulus, allometric growth, littoral, habitat conditions, cultivation

FEATURES OF LINEAR AND ALLOMETRIC GROWTH OF MYTILUS TROSSULUS (BIVALVES: MYTILIDAE) IN VARIOUS BIOTOPES OF THE TAUISKAYA BAY OF THE SEA OF OKHOTSK

Candidate of Biological Sciences **V.S. Zharnikov** – Researcher at the Ichthyology Laboratory of the Institute of Biological Problems of the North of the FEB RAS (IBPS FEB RAS); Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the North-Eastern State University (SVSU)

The information about the biological parameters of mussels living in various biotopes of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk is presented. It is shown that the living conditions of mollusks in the studied areas differ. Low growth rate of mussels in the region. The Northern on Zavyalov island one is largely due to the openness of the coast, hydrodynamic activity and low water temperature, compared with other studied areas. On the littoral of lake Salty the prevailing favorable environmental conditions and the absence of wave activity contributed to a high rate of mussel growth in length and the manifestation of negative allometry in height and positive in width, characterized by a smaller convexity of the shell compared to cape Severny and bay Veselaya.

ВВЕДЕНИЕ

В Тауйской губе Охотского моря среди всех животных и растений макробентоса наибольшая биомасса отмечена у мидий *M. trossulus* [1]. Широкое распространение и высокая биомасса поселений тихоокеанской мидии на литорали губы позволяют рассматривать этот вид как объект для промысла (минимальная промысловая мера 30 мм) и мариккультуры [2; 3; 4; 5].

Как известно, мидии являются активными фильтраторами, обитая на литорали и в зоне прибоя, с планктоном в пищеварительную систему попадают инородные примеси (песок, ил), и моллюски становятся не пригодны для употребления в пищу. Проведенные эксперименты по мариккультуре наглядно показали, что в толще воды мидии интенсивно растут, большинство из них достигают товарного разме-

ра (более 35 мм), происходит очищение от инородных примесей и объект становится пригоден для питания [6]. В Тауйской губе в районе северной части о. Завьялова расположено оз. Солёное (длина около 400 м и ширина 100 м), которое отделено от моря природной насыпью камней (косой) и имеет подземное сообщение с морем. В озере имеется литораль, а проявление отливов и приливов идёт с небольшим опозданием, по сравнению с морем. Солёность на поверхности составляет 14‰ (в море параллельно с озером – 28‰), глубина озера около 20 м (устные сведения Р.Р. Юсупова). Озеро характеризуется морской флорой и фауной. Так, из ихтиофауны встречаются голубой окунь, минтай, бычки и другие виды. В озере волновая активность отсутствует, берега мелкие, а грунт состоит из гальки – в северной стороне и валунов и глыб – в южной (у подножья сопки), лишь только в средней части озера имеется обрыв, где резко увеличивается глубина (рис. 1).

Цель работы – изучить линейный и аллометрический рост тихоокеанской мидии на литорали оз. Солёное и сравнить их с данными показателей роста моллюсков, обитающих на м. Северный и бух. Веселая Тауйской губы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2021 г. на литорали оз. Солёное, находящемся в северной части о. Завьялова, а также на м. Северный и в бух. Веселая были выбраны участки, где с помощью рамки площадью 0,036 м² отбирали по семь проб с нижнего (от 0 м глубин до 2 м



Рисунок 2. Районы сбора материала:

- 1 – оз. Солёное; 2 – м. Северный;
3 – бух. Веселая

Figure 2. Material collection areas: 1 – oz. Salty;
2 – m. North; 3 – buh. Funny

Представлены сведения о биологических показателях мидии, обитающей в различных биотопах Тауйской губы Охотского моря. Показано, что условия обитания моллюсков в исследуемых районах различаются. Низкая скорость роста мидий в районе о. Завьялова в значительной мере обусловлена открытостью побережья, гидродинамической активностью и низкой температурой воды, по сравнению с другими исследуемыми районами. На литорали оз. Солёное сложившиеся благоприятные условия среды и отсутствие волновой активности способствовали высокой скорости роста мидий в длину и проявлению отрицательной аллометрии в высоту и положительной в ширину, характеризующиеся меньшей выпуклостью раковины, по сравнению с м. Северным и бух. Веселой.

литорали) и среднего горизонта литорали (от 2 до 3,9 м) (рис. 2). Границы горизонтов определяли по принципу вертикальной зональности [7]. В каждой пробе определяли возраст мидий по годовым кольцам нарастания, согласно методике И.А. Садыховой [8]. Длину (от макушки до заднего края), высоту (от нижнего края до верхнего) и толщину (самое широкое расстояние между створками) раковины измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Всего собрано 42 пробы, включающих 1836 экз. мидий.

Для сравнения скорости роста мидий отбирали по 50-100 экз. моллюсков из каждого района в возрасте 5-10 лет. Индивидуальный рост мидий реконструировали путём измерения расстояний между макушкой раковины и кольцами зимней остановки роста. Полученные данные аппроксимировали уравнением 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.

Уравнение группового роста рассчитывали путём усреднения коэффициентов модели Берталанфи. На рисунке 3 указана теоретическая кривая роста, составленная по средним значениям возрастного ряда размеров раковин моллюсков для конкретного местообитания.

Для сравнения линий регрессии пропорций раковины мидий в онтогенезе, в исследуемых районах (оз. Солёное, м. Северный, бух. Веселая) использовали коэффициент b (тангенс угла наклона). Коэффициенты уравнения рассчитывали с использованием прикладных программ пакета GraphPadPrism. В тексте и в таблицах указан размах колебания средней статистической ошибки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Линейный рост. Интенсивность роста в основном зависит от возраста мидий и района обитания. Так, наиболее интенсивный рост моллюсков отмечается на литорали оз. Солёное в возрасте

Таблица 1. Параметры уравнения Берталанфи, описывающего рост *M. trossulus* в различных районах Тауйской губы / **Table 1.** Parameters of the Bertalanfi equation describing the growth of *M. trossulus* in various areas of the Taiu Bay

Район	$L_{\infty} \pm SE$, мм	$K \pm SE$	$t_0 \pm SE$
оз. Солёное	85,5±3,21	0,24±0,008	0,18±0,007
бух. Весёлая	52,5±2,09	0,26±0,006	0,04±0,001
м. Северный	44,75±0,67	0,27±0,009	0,08±0,002

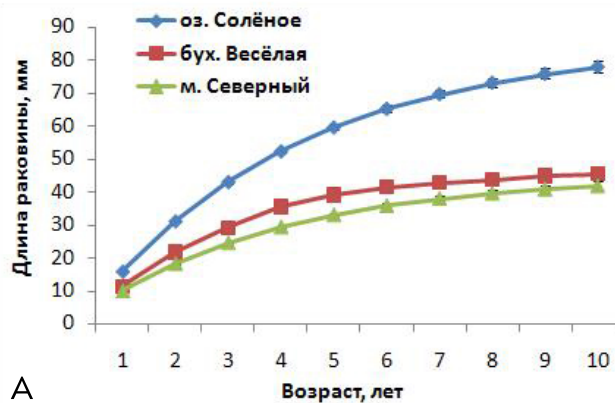
6 лет, средний размер составил $41,5 \pm 0,9$ мм. Ежегодные приросты длины раковины составляли 5-15 мм. В бух. Весёлая мидии интенсивно растут в первые 4 года, средний ежегодный прирост варьировал от 6 до 10 мм. Далее с возрастом, ежегодные приросты снижаются, и в возрасте 5 лет при длине раковины $39,0 \pm 0,8$ мм прирост составляет в среднем 3,5 мм. В районе м. Северный о. Завьялова наблюдается снижение ежегодных приростов литоральных мидий. Так, до 3 лет жизни ежегодный прирост превышал 6 мм, однако на 4-5 году он снизился в среднем до 3-4 мм, в этом возрасте размер мидий достигает $32,89 \pm 0,52$ мм (рис. 3).

Сравнительный анализ возрастных изменений длины раковины в исследуемых районах показал, что мидии растут с разной интенсивностью. Возрастные изменения длины раковины, аппроксимированные уравнением Берталанфи (табл. 1), свидетельствуют, что максимальная физиологически возможная предельная длина раковины (L_{∞}) для мидий оз. Солёное составляет $85,5 \pm 3,21$ мм, а у м. Северный – всего $44,75 \pm 0,67$ мм. Наименьший показатель коэффициента k , характеризующий скорость замедления процесса роста, отмечен у мидий оз. Солёное – $0,24 \pm 0,008$, а максимальный – $0,27 \pm 0,009$ у м. Северный, т.е. период интенсивного роста в этом районе непродолжительный. Таким образом, по соотношению коэффициентов L_{∞} и k происходит постепенное уменьшение L_{∞} и увеличение k в ряду оз. Солёное – бух. Весёлая – м. Северный (табл. 1).

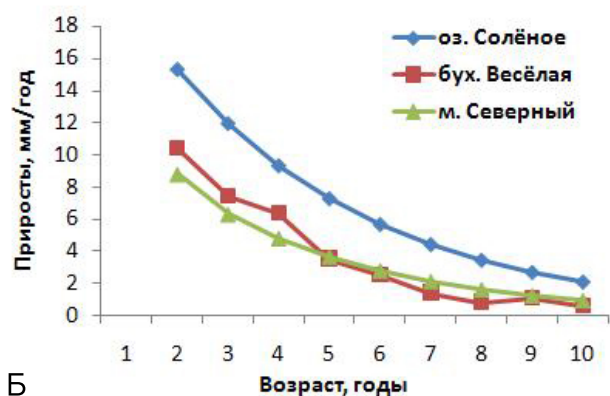
Проведённые исследования с 24 июня по 29 июля 2021 г. показали, что температура воды в оз. Солёное в среднем на 3-5°C выше, чем в море (рис. 4). Распреснённая вода до 14%, приливотливные течения, а также наличие подходящих грунтов – все эти факторы благоприятно влияют на темп роста *M. trossulus* в оз. Солёном.

Бухта Весёлая отличается от других районов Тауйской губы хорошими показателями скорости роста мидий. Это вызвано более теплой водой в летнее время (12-15°C), слабой ветро-волновой активностью и подходящими грунтами (валуны, глыбы) [9]. Однако по максимальным теоретическим размерам мидий (L_{∞}) бух. Весёлая ($52,5 \pm 2,09$ мм) уступает оз. Солёному ($85,5 \pm 3,21$ мм) на 62,8%. По нашим данным, темп роста мидий в первые пять лет жизни на литорали оз. Солёное ($59,55 \pm 0,89$ мм) почти в два раза превышает этот показатель у моллюсков в бух. Весёлая ($32,89 \pm 0,52$).

Район мыса Северный – наиболее открытый участок побережья, характеризующийся высокой



А



Б

Рисунок 3. Линейный рост, аппроксимированный уравнением Берталанфи (А), и возрастные изменения ежегодного прироста длины раковины (Б) *M. trossulus* в различных районах Тауйской губы

Figure 3. Linear growth, approximated by the Bertalanfi equation (A), and age-related changes in the annual increase in shell length (B) of *M. trossulus* in various areas of the Taiu Bay

прибойностью (I – степень прибойности по классификации Е.Ф. Гурьяновой с соавторами [10; 11] и относится ко второму биономическому типу [12; 13]. За счет открытости района и влияния холодного Ямского течения в летнее время температура воды ниже, в сравнении с оз. Солёным на 3-5°C и с бух. Весёлой – на 2-3°C, в результате размерные характеристики тихоокеанской мидии в этом районе значительно уступают данным из других районов (рис. 3).

Ещё одним из главных факторов, влияющих

на величину годового прироста особей, является длина раковины моллюска к концу первого сезона роста [14]. Так, по величине t_0 (характеризующей минимальную величину раковины в возрасте 0+ лет) (табл. 1) и k (скорость замедления процесса роста), можно судить о периоде наиболее интенсивного роста. Наиболее высокие t_0 ($0,18 \pm 0,007$) и наименьший k ($0,24 \pm 0,008$) показатели отмечены у моллюсков из оз. Солёное, где на первом году жизни мидии достигали максимальных размеров ($15,69 \pm 0,21$ мм), в сравнении с бух. Весёлая ($11,35 \pm 0,14$ мм) и м. Северный ($9,84 \pm 0,07$ мм). Таким образом, нами установлено, что на литорали оз. Солёное существует наиболее благоприятная среда для обитания мидий. По мнению А.В. Герасимовой и Н.В. Максимовича [15], молодь, занявшая субстрат раньше остальных, успевает достичь максимальных размеров

до наступления зимы и, следовательно, отличается быстрым ростом в течение последующей жизни. По нашим данным, литоральные мидии на оз. Солёное раньше, чем в море, успевают осесть на субстрат и обладают хорошим темпом роста (5-15 мм) на протяжении длительного периода жизни (до 6 лет).

Аллометрический рост. По мнению О.С. Михальцовой и Ю.А. Галышевой [16], характер зависимости между основными линейными параметрами раковины двустворчатых моллюсков (соотношение высоты-длины, ширины-длины) хорошо описывается уравнением степенной зависимости. Линии регрессии показывают, что в онтогенезе у тихоокеанской мидии пропорция раковины в различных районах Тауйской губы изменяется с разной интенсивностью (табл. 2). В зависимости от величины углового коэффициента b возможно встретить изотермический рост ($b=1$), положительную ($b>1$) или отрицательную ($b<1$) аллометрию, что характерно для двустворчатых моллюсков [17].

В трех исследуемых районах в онтогенезе *M. trossulus* высота раковины изменяется относительно ее длины по принципу отрицательной аллометрии (табл. 2). Так, в районе оз. Солёное наиболее сильно проявлялась отрицательная аллометрия, при длине раковины 20 мм высота ее составила 15 мм (75%), у более крупных мидий с длиной раковины 60 мм высота составила 31 мм (51,6%) (рис. 5А). Результаты сравнения величины углового коэффициента (b) линий регрессии показали, что аллометрии мидий с оз. Солёное достоверно отличались от м. Северный ($p<0,001$) и бух. Весёлая ($p<0,001$). Однако между м. Северный и бух. Весёлая отличия были недостоверны ($p=0,056$).

В соотношении между длиной и шириной раковины тихоокеанской мидии наблюдается положительная аллометрия. Наиболее высокие отличия имели мидии из поселения м. Северный

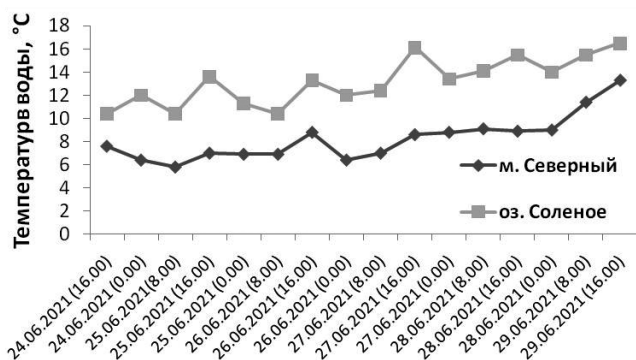


Рисунок 4. Динамика температуры воды дневной (16:00), ночной (0:00) и утренней (8:00) с 24 по 29 июня 2021 г. на оз. Солёном и м. Северном

Figure 4. Dynamics of daytime (16:00), night (0:00) and morning (8:00) water temperatures from June 24 to 29, 2021 on the lake Salty and cape Severny

Таблица 2. Коэффициенты уравнений, описывающих изменение в онтогенезе пропорций раковины у *M. trossulus* в различных районах Тауйской губы / **Table 2.** Coefficients of equations describing the change in the ontogenesis of shell proportions in *M. trossulus* in various areas of the Taiu Bay

Район	Коэффициенты		SEa	SEb	r ²	n, экз.
	a	b				
H=aL ^b						
Озеро Солёное	2,9071	0,5600	0,0158	0,034	95,2	83
Мыс Северный	0,9691	0,7883	0,0036	0,021	98,1	100
Бухта Весёлая	0,9650	0,8141	0,0090	0,015	94,0	42
D=aL ^b						
Озеро Солёное	0,3232	1,0482	0,0023	0,0987	96,0	83
Мыс Северный	0,2122	1,1896	0,0012	0,0115	98,6	100
Бухта Весёлая	0,2774	1,1164	0,0031	0,0093	97,3	42
D/H=a+bL						
Озеро Солёное	0,0821	0,5703	0,0008	0,0024	82,4	83
Мыс Северный	0,0601	0,7883	0,0008	0,0029	92,3	100
Бухта Весёлая	0,2516	0,3423	0,0035	0,0210	58,9	42

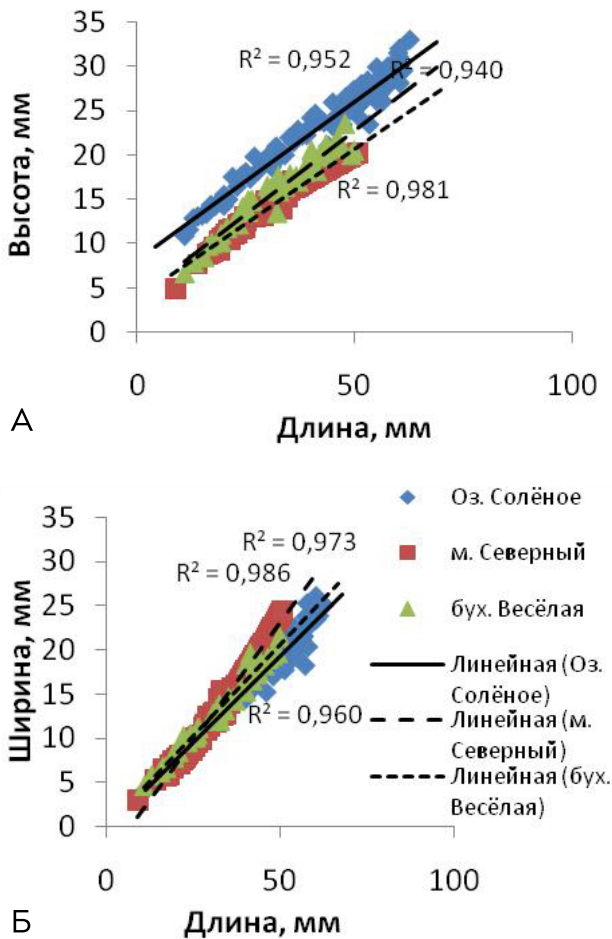


Рисунок 5. Эмпирические данные и линии регрессии, отражающие изменение в онтогенезе соотношения между длиной и высотой (А) и длиной и шириной (Б) раковины у *M. trossulus* в различных районах Тауйской губы

Figure 5. Empirical data and regression lines reflecting the change in the ontogeny of the ratio between length and height (A) and length and width (B) in *M. trossulus* in different areas of the Taiui Bay

($b = 1,1896 \pm 0,0115$), меньше – из района оз. Солёное ($b = 1,0482 \pm 0,0987$). На м. Северный и оз. Солёное при длине раковины мидий 25 мм, средняя ширина составила 10 мм (40%), у более крупных моллюсков длиной 50 мм в первом случае ширина равна 24 мм (48%), а во втором – 19 мм (38%) (рис. 5Б). Линии регрессии (коэффициент b) пропорции длины и ширины раковины достоверно различались ($p < 0,001$) в разных районах.

Отношение коэффициента ширины и высоты к длине раковины характеризует степень ее выпуклости и показывает высокую изменчивость морфологических признаков мидий в различных районах. Например, при длине раковины 50 мм в районе м. Северный этот показатель составляет 110%, а в оз. Солёное 70% (рис. 6). Статистические данные показывают, что соотношение линий регрессии этих параметров достоверно различались между исследуемыми районами ($p < 0,001$). Таким образом, тихооке-

анская мидия на м. Северный отличается более выпуклой раковиной, по сравнению с другими районами.

Различия в форме раковины тихоокеанской мидии связаны с особенностями линейного роста. Известно, что различия формы раковины обусловлены темпами наращивания створок в длину. Чем медленнее рост, тем больше относительная выпуклость за счёт подворота краёв створок внутрь раковины и преимущественного роста в ширину [18]. Поселения тихоокеанской мидии в районе м. Северный характеризовались наиболее низкими темпами роста (рис. 3, табл. 1), и поэтому они имеют наиболее выпуклую раковину с увеличением размера. При сравнении пропорций раковины мидий обнаружена тенденция: с увеличением возраста и длины раковины происходит изменение асимметрии тела, моллюски растут медленнее в высоту, но увеличивают размеры в толщину. Таким образом, у тихоокеанской мидии существует внутривидовая аллометрия, различающаяся основными линейными параметрами, в зависимости от условий обитания моллюсков в различных районах. Ранее подобная зависимость была выявлена у *Mya uzenensis*, обитающей в Тауйской губе [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные по росту тихоокеанской мидии свидетельствуют о том, что условия обитания моллюсков в исследуемых районах несколько различаются. По-видимому, сравнительно низкая скорость роста мидий в районе м. Северный в значительной мере обусловлена открытостью побережья, гидродинамической активностью и низкой температурой воды по сравнению с другими исследуемыми районами. В свою очередь, на литорали оз. Солёное сложившиеся благоприятные условия среды и отсутствие волновой активности

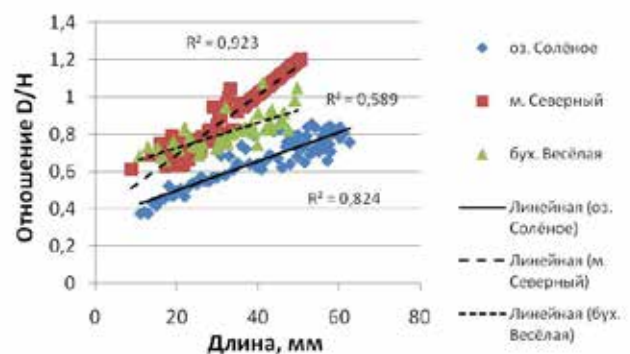


Рисунок 6. Эмпирические данные и линии регрессии, отражающие изменение в онтогенезе коэффициента ширины (D), высоты (H) и длины раковины у *M. trossulus* в различных районах Тауйской губы

Figure 6. Empirical data and regression lines reflecting changes in the ontogenesis of the coefficient of width, height and length of the shell in *M. trossulus* in different areas of the Taiui Bay

способствовали высокой скорости роста мидий в длину и проявление в меньшей степени в онтогенезе аллометрического роста, как в высоту, так и в толщину, характеризующиеся меньшей выпуклостью раковины. По данным линейного роста мидий в оз. Солёном, а также наличию достаточной глубины и повышенной температуры воды в летнее время, рекомендуем использовать этот водоем для культивирования тихоокеанской мидии в северных условиях Охотского моря.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

- Иванова М.Б. Состав и распределение сообществ макробентоса на литорали Тауйской губы (Охотское море) / М.Б. Иванова, А.П. Цупало // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 166. – С. 180-199.
- Ivanova M.B. Composition and distribution of macrobenthos communities on the littoral of the Tauiskaya Bay (Sea of Okhotsk) / M.B. Ivanova, A.P. Tsupalo // Izv. TINRO. – 2011. – Vol. 166. – Pp. 180-199.
- Жарников В.С. Динамика численности личинок мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в меропланктоне и их оседание на коллекторы и на литораль в бух. Весёлая Тауйской губы Охотского моря // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2014. – № 1. – С. 55-62.
- Zharnikov V.S. Dynamics of the number of *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) mussel larvae in meroplankton and their settling on collectors and on the littoral in buch. Merry Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk // Bulletin of the SVNTS FEB RAS. – 2014. – No. 1. – Pp. 55-62.
- Жарников В.С. Обоснование промысловой меры тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) / В.С. Жарников, А.А. Смирнов // Вопросы рыболовства. – 2018а. – Т. 19. – №1. – С. 127-132.
- Zharnikov V.S. Justification of the fishing measure of the Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) / V.S. Zharnikov, A.A. Smirnov // Questions of fisheries. – 2018а. – Vol. 19. – No. 1. – Pp. 127-132.
- Жарников В.С. Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) – новый перспективный объект аквакультуры в северной части Охотского моря / В.С. Жарников, А.А. Смирнов // Рыбное хозяйство. – 2018б. – № 6. – С. 72-77.
- Zharnikov V.S. Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) – a new promising object of aquaculture in the northern part of the Sea of Okhotsk / V.S. Zharnikov, A.A. Smirnov // Fisheries. – 2018b. – No. 6. – Pp. 72-77.
- Приказ Минсельхоза РФ от 23.05.2019 № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» // Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.06.2019 № 54842.
- Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 23.05.2019 No. 267 "On approval of fishing rules for the Far Eastern fishery basin" // Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation 05.06.2019 No. 54842.
- Жарников В.С. Особенности биологии и культивирования тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в Тауйской губе Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 24 с.
- Zharnikov V.S. Features of biology and cultivation of the Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) in the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk: Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatstu, 2015. – 24 p.
- Ушаков П.В. Литораль Охотского моря // Докл. АН СССР. – М.; Л.: АН СССР, 1951. – Т. 76. – № 1. – С. 127-130.
- Ushakov P.V. Littoral of the Sea of Okhotsk // Dokl. USSR Academy OF Sciences. – М.; Л.: USSR Academy OF Sciences, 1951. – Vol. 76. – No. 1. – Pp. 127-130.
- Садыхова И.А. Методика определения возраста двустворчатых моллюсков // М.: ВНИРО, 1972. – 39 с.
- Sadikhova I.A. Methodology for determining the age of bivalve mollusks // М.: VNIRO, 1972. – 39 p.
- 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.
- Zharnikov V.S. Structure, distribution of settlements, growth and stocks of *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) on the littoral of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk // Bulletin of the SVNTS FEB RAS, 2016. – No. 2. – Pp. 42-49.
- Гурьянова Е.Ф. Литораль Кольского залива, ч. 3 / Е.Ф. Гурьянова, И.Г. Загс, П.В. Ушаков // Тр. Лен. общ. Естествоисп, 1930а. – Т. 60. – Вып. 2. – С. 17-107.
- Guryanova E.F. Littoral of the Kola Bay, part 3 / E.F. Guryanova, I.G. Registry Office, P.V. Ushakov // Tr. Len. Naturalist, 1930. – Vol. 60. – Issue 2. – Pp. 17-107.
- Гурьянова Е.Ф. Литораль Западного Мурмана / Е.Ф. Гурьянова, И.Г. Загс, П.В. Ушаков // Иссл. морей СССР. – 1930б. – Вып. 11. – С. 47-104.
- Guryanova E.F. Littoral of Western Murmansk / E.F. Guryanova, I.G. Registry Office, P.V. Ushakov // Issl. seas of the USSR. – 1930b. – Issue 11. – Pp. 47-104.
- Кусакин О.Г. К фауне и флоре осушной зоны острова Кунашир // Тр. пробл. и темат. совещ. Зоол. ин-та АН СССР. – 1956. – Вып. 6. – С. 98-115.
- Kusakin O.G. To the fauna and flora of the drainage zone of Kunashir Island // Tr. probl. and temat. confer. Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences. - 1956. – Issue 6. – Pp. 98-115.
- Кусакин О.Г. Некоторые закономерности распределения фауны и флоры в осушной зоне южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей. – 1961. – Вып. 7. – С. 312-343.
- Kusakin O.G. Some patterns of distribution of fauna and flora in the drainage zone of the southern Kuril Islands // Research. far East. seas. – 1961. – Issue 7. – Pp. 312-343.
- Максимович Н.В. Рост и продукция двустворчатого моллюска *Mascoma incongrua* и зарослях zostеры бухты Витязь Японского моря / Н.В. Максимович, В.Н. Лысенко // Биология моря. – 1986. – Т. 12. – № 1. – С. 35-47.
- Maksimovich N.V. Growth and production of bivalve mollusk *Mascoma incongrua* and thickets of zostera Bay Vityaz of the Sea of Japan / N.V. Maksimovich, V.N. Lysenko // Biology of the sea. – 1986. – Vol. 12. – No. 1. – Pp. 35-47.
- Герасимова А.В. О закономерностях организации поселений массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря / А.В. Герасимова, Н.В. Максимович // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2009. – Сер. 3. – Вып. 3. – С. 82-97.
- Gerasimova A.V. On the regularities of the organization of settlements of mass species of bivalve mollusks of the White Sea / A.V. Gerasimova, N.V. Maksimovich // Bulletin of St. Petersburg University. – 2009. – Ser. 3. – Issue 3. – Pp. 82-97.
- Михальцова О.С. Популяционные и биоценологические характеристики скоплений *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia: Mytilidae) в бухте Киевка Японского моря / О.С. Михальцова, Ю.А. Галышева // Известия ТИНРО. – 2014. – Т. 177. – С. 125-138.
- Mikhaltsova O.S. Population and biocenological characteristics of clusters of *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia: Mytilidae) in the Kievka Bay of the Sea of Japan / O.S. Mikhaltsova, Yu.A. Galysheva // TINRO News. – 2014. – Vol. 177. – Pp. 125-138.
- Селин Н.И. Структура популяции и рост мидии Грея в сублиторали южных Курильских островов / Н.И. Селин, С.В. Блинов // Биология моря. – 1988. – Т. 14. – № 6. – С. 31-35.
- Selin N.I. Population structure and growth of Gray mussel in the sublittoral of the southern Kuril Islands / N.I. Selin, S.V. Blinov // Biology of the sea. – 1988. – Vol. 14. – No. 6. – Pp. 31-35.
- Золотарёв В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков: моногр. // Киев: Наук. думка, 1989. – 112 с.
- Zolotarev V.N. Sclerochronology of marine bivalves: monogr. // Kiev: Nauk. dumka, 1989. – 112 p.
- Жарников В.С. Влияние условий среды на пространственное распределение *Mya uzenensis* (Bivalvia: Myidae) в разных районах Тауйской губы Охотского моря // Вестник КамчатГТУ. – 2020. – № 51. – С. 99-107.
- Zharnikov V.S. The influence of environmental conditions on the spatial distribution of *Mya uzenensis* (Bivalvia: Myidae) in different areas of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk // Bulletin of Kamchatka State Technical University. – 2020. – № 51. – Pp. 99-107.