

УДК 581.526:323

Н.В. Колпаков, А.В. Ольховик*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**СОСТАВ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЭСТУАРИЕВ ЗАЛИВА ОЛЬГИ
(ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРИМОРЬЕ)**

В результате трех сезонных съемок в 2012 г. в эстуарии р. Аввакумовка отмечен 21 вид растений (макрофитов — 3, сосудистых — 18). В эстуарии р. Ольга обнаружено 14 видов (макрофитов — 3, сосудистых растений — 11). Во внешней эстуарии р. Аввакумовка на протяжении всего вегетационного периода доминантным видом являлась *Zostera marina*. Во внутренней эстуарии в мае доминантное положение занимали *Cladophora glomerata* и *Z. marina*, в июле также преобладала *Z. marina*, на некоторых участках — рдесты *Potamogeton* spp. и руппия *Ruppia maritima*, в сентябре доминировали *Z. marina* и *Potamogeton* spp. Во внешней эстуарии р. Ольга на протяжении всего вегетационного периода доминантом выступала *Z. marina*, на мелководных участках преобладала *Zostera japonica*, субдоминантом в обоих случаях выступала *Chaetomorpha linum*. Во внутренней эстуарии р. Ольга растительность отсутствовала. Общий запас макрофитобентоса в эстуариях зал. Ольги от мая к сентябрю увеличился в 5 раз — соответственно с 0,3 до 1,5 тыс. т. *Zostera japonica* во внешней эстуарии р. Ольга формирует многолетние поселения.

Ключевые слова: макрофитобентос, эстуарий, зал. Ольги, р. Аввакумовка, р. Ольга, *Zostera japonica*.

Kolpakov N.V., Olkhovik A.V. Composition, distribution, and seasonal dynamics of vegetation in the estuaries of the Olga Bay (central Primorye) // Izv. TINRO. — 2015. — Vol. 181. — P. 35–48.

Twenty-one species of water plants are found in the Avvakumovka River estuary and fourteen species — in the Olga River estuary in 3 surveys conducted in May, July, and September of 2012. *Zostera marina* dominates in the external estuary of both rivers in any season, whereas *Potamogeton* spp. and *Ruppia maritima* are the most abundant in some local areas of the Avvakumovka external estuary and *Zostera japonica* — in some local shallow areas of the Olga external estuary (where it forms perennial settlements). *Chaetomorpha linum* is the subdominant species in the Olga external estuary. In the Avvakumovka internal estuary, *Cladophora glomerata* and *Z. marina* are the dominants in May, *Z. marina* — in July, and *Z. marina* and *Potamogeton* spp. — in September, but any bottom vegetation is absent in the Olga internal estuary. From May to September of 2012, the summary biomass of water vegetation in both estuaries increased in 5 times: from 0.3 to 1.5 thousand tons.

Key words: macrophytobenthos, estuary, Olga Bay, Avvakumovka River, Olga River, *Zostera japonica*.

* Колпаков Николай Викторович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: kolpakov@tinro.ru; Ольховик Артур Владимирович, аспирант, e-mail: artur-o-k@yandex.ru.

Kolpakov Nickolay V., Ph.D., head of laboratory, e-mail: kolpakov@tinro.ru; Olkhovik Arthur V., postgraduate student, e-mail: artur-o-k@yandex.ru.

Введение

Особенностью прибрежных и эстуарных зон по сравнению с морями и океанами, где основные автотрофы — планктонные микроводоросли, является то, что здесь значительный (или определяющий) вклад в продуцирование первичной органики вносят макрофитобентос и (или) полупогруженные сосудистые растения. Кроме того, донная растительность формирует подводные ландшафты и, как следствие, нагульные и защитные для многих видов животных биотопы (Колпаков и др., 2012, 2013). Ранее сотрудниками ТИНРО-центра изучены состав, распределение, сезонная динамика и запасы донной растительности в разнотипных эстуариях зал. Петра Великого (южное Приморье) и бухты Киевка (Гусарова и др., 2009, 2011; Колпаков и др., 2010, 2012; Ольховик, 2010, 2011а, б, 2012; Шунтов и др., 2010).

В настоящей работе приведены данные по составу, распределению и сезонной динамике растительности эстуариев зал. Ольги (центральное Приморье). Кроме того, описаны некоторые черты биологии одного из доминирующих видов растений — зоостеры японской *Zostera japonica*.

Материалы и методы

Для оценки характера распределения и биомассы растений в эстуариях зал. Ольги (рис. 1) использовали упрощенный вариант метода пробных площадок (Белый, 2012), позволяющий обследовать обширные площади дна в сжатые сроки. При этом учетные площадки закладывались только в местах со 100 %-ным (или максимальным наблюдаемым) общим проективным покрытием (ОПП) дна растениями.

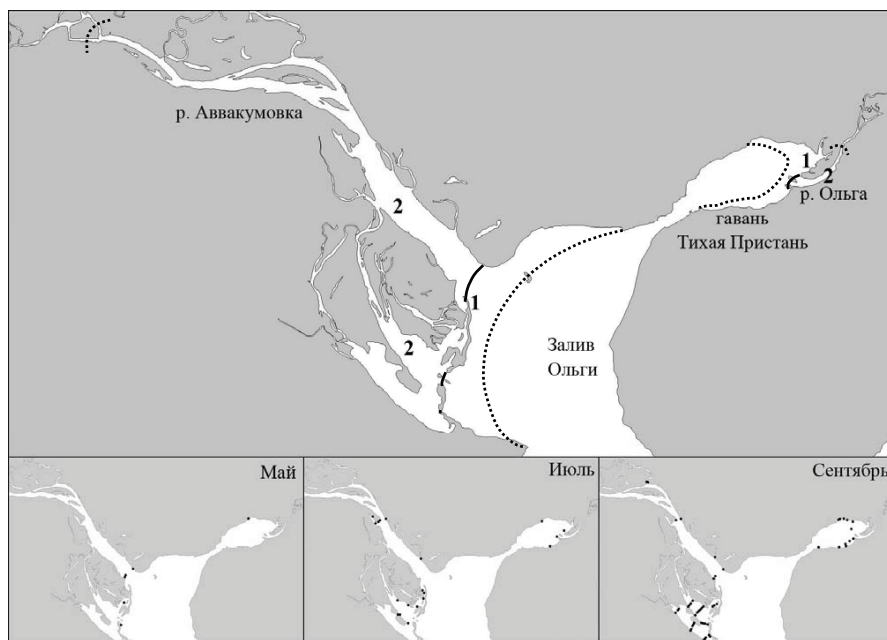


Рис. 1. Карта-схема расположения альгологических станций в эстуариях зал. Ольги в 2012 г.: 1 — внешний эстуарий; 2 — внутренний эстуарий

Fig. 1. Scheme of algological sampling in estuaries of the Olga Bay in 2012: 1 — external estuary; 2 — internal estuary

Для учета неоднородностей зарослей и неравномерности их распределения вводился поправочный коэффициент, равный ОПП. Запас растений рассчитывался по формуле*: $B = \bar{B} \frac{ОПП}{100} S$, где \bar{B} — средняя биомасса растений при ОПП, равном

* Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. М.: ВНИРО, 2003. 54 с.

100 %, кг/м²; *ОПП* — коэффициент общего проективного покрытия дна растениями; *S* — площадь зарослей, м². Количественные пробы растений собирали с рамки площадью 0,25 м на глубинах до 2,5 м (максимальная глубина произрастания)*. Сырую массу растений в пробах определяли на электронных весах с точностью ± 1 г. Описание зарослей (учет площадей участков с *ОПП* менее 10, 10–20, 20–30 и т.д. до 100 %) и их картирование проводили во время объезда эстуария на лодке. Координаты характерных точек (станции отбора проб, начало и конец зарослей и т.п.) определяли с помощью GPS-приемника. Полученные результаты использовались для составления карт и таблиц. Подготовку карт-схем осуществляли в ГИС MapInfo 10.

В основу работы положены материалы трех сезонных съемок 2012 г.: весна (24–28 мая), лето (13–16 июля) и осень (12–15 сентября). Число станций в каждой из съемок зависело от степени развития растительности (рис. 1), всего выполнено 185 станций (17 в мае, 55 в июле и 113 в сентябре). Промерено 904 экз. 6 доминантных видов.

Общепринятого определения эстуария до настоящего времени не существует (Elliott, McLusky, 2002). В современной науке насчитывается три группы таких определений (Михайлов, Горин, 2012): эстуарий — это 1) расширяющееся к морю устье реки; 2) воронкообразное устье реки, подверженное влиянию приливов; 3) относительно обособленный от моря водный объект, в котором смешиваются пресные воды суши и соленые (или солоноватые) воды моря. Первые две группы определений — географические и гидролого-морфологические. Биологи наиболее часто используют одно из определений третьей группы: эстуарий — это полузамкнутый прибрежный водоем, имеющий свободную связь с открытым морем, в котором морская вода заметно разбавляется пресной водой, поступающей вследствие дренажа суши (Pritchard, 1967). В современной отечественной науке эстуарий определяется как пограничная область между рекой и морем, представляющая собой специфическую полузамкнутую водную экосистему, характеризующуюся разнообразием взаимосвязанных и закономерно изменяющихся в пространстве и во времени биотических и абиотических структурных компонентов, а также интенсивно протекающими в градиенте солености воды химическими, физическими и биологическими процессами (Telesh et al., 2009). В нашей работе объектами исследования послужили внешние и внутренние эстуарии двух рек (Ольга и Аввакумовка), впадающих в зал. Ольги (рис. 1).

Общая протяженность р. Аввакумовка около 67 км, площадь бассейна 3170 км², общее падение реки 770 м. Суммарный годовой сток 1,82 млн м³. Весеннее половодье приурочено к середине апреля (Кудра, Калинина, 1997), в конце апреля — начале мая оно оканчивается. В теплую часть года по реке проходят 2–3, иногда до 5 дождевых паводков, причем в августе или сентябре они достигают наибольшей силы и высоты (высота над меженным уровнем 2,0–2,5 м). Наиболее теплой (22–25 °С) вода бывает в августе. Длина внутреннего эстуария 11 км. Максимальная ширина в устье 800 м, глубина в эстуарии достигает 4–5 м. В устье реки расположен песчаный бар, где глубина у левого берега даже при отливах составляет около 2 м. Преобладающий тип грунта — песок, ил, галька. Воды внутреннего эстуария р. Аввакумовка имеют характерную для эстуариев Приморья двухслойную структуру (Зуенко, 2008): верхний слой почти пресный, нижний осолоненный. Внешний эстуарий р. Аввакумовка — прилегающая к ее устью мелководная (до 2–3 м) часть зал. Ольги (рис. 1), грунт — песок.

Длина р. Ольга около 20 км, ширина в эстуарии 50–100 м, глубина до 1,2 м, грунт — ил, песок. Длина внутреннего эстуария 0,5 км. Внешний эстуарий р. Ольга — гавань Тихая Пристань — обособленная, опресненная, хорошо прогреваемая в летний период бухта (рис. 1). Она находится в северо-восточной части зал. Ольги и соединяется с ним узким неглубоким проливом**. Даже при самых сильных ветрах в ней едва ощущается волнение. В ее вершину впадает р. Ольга, от устья которой отходит песчаная отмель (Прик, 1894). По своей форме гавань напоминает вытянутый

* На глубинах более 1,3–1,5 м пробы собирали с помощью легководолазного снаряжения.

** Лоция Японского моря. Северо-западная часть моря от реки Тюмень-ула до мыса Белкина с заливом Петра Великого. М., 1954. Ч. 1. 345 с.

эллипс, ее длина около 2,0 км, ширина — 1,1 км, общая площадь зеркала — 1,6 км², максимальная глубина — 12,0 м (Тарасов, 1929). Прозрачность воды низкая. Грунт на большей площади — жидкий ил, у берега — песчаный и илисто-песчаный, местами представлен обломками камней, галькой и гравием. Максимальный прогрев воды наблюдается в июле-августе: до 27 °С в поверхностном слое и 23 °С на глубине 6–7 м. Соленость определяется приливно-отливными явлениями, ветровыми сгонами-нагонами, а также стоком р. Ольга и не превышает 27,36 ‰ (Тарасов, 1931). Ледостав обычно наступает в середине ноября. К концу февраля толщина ровного припая может нарастать до 0,8–1,1 м. К середине апреля гавань полностью очищается ото льда (Прик, 1894).

В мае 2012 г. температура воды в эстуариях зал. Ольги по нашим данным составляла 8,8–14,9 °С, соленость — 0–23,4 ‰; в июле — 14,0–24,0 °С и 0–18,0 ‰; в сентябре — 15,9–22,5 °С и 0–21,6 ‰.

Результаты и их обсуждение

Флора эстуариев рек Аввакумовка и Ольга. Всего в эстуариях рек Ольга и Аввакумовка обнаружено 4 вида макрофитов и 19 видов сосудистых растений (табл. 1). В работе использована классификация жизненных форм В.Г. Папченкова (1985). За основу взяты морфологические и биологические особенности растений с учетом различной приспособленности к водной среде. Классификация включает 3 типа жизненных форм, которые, в свою очередь, делятся на 11 групп. В соответствии с целью исследований наибольший интерес представляют настоящие водные растения (гидрофиты) и воздушно-водные растения — гелофиты. Они (наряду с фитопланктоном и микрофитобентосом) — главные поставщики автохтонного органического вещества в исследуемых эстуариях. Третий тип жизненных форм по классификации Папченкова — околководные растения — исследованы частично. Учтены только осоки *Carex* spp. и рогоз *Typha latifolia*, являющиеся доминантами на отдельных участках исследованных эстуариев.

Таблица 1

Флора эстуариев рек Аввакумовка и Ольга

Table 1

Flora of the Avvakumovka estuary and the Olga estuary

Отдел	Семейство	Вид	Экоморфа	Аввакумовка	Ольга
Chlorophyta Зеленые	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp.	ГиСП	+	+
	Cladophoraceae	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	ГиСП	+	–
		<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müll.) Kütz.	ГиСП	–	+
	Ulvaceae	<i>Ulva prolifera</i> (O.F. Mull.) J. Ag.	ГиСП	+	+
Magnoliophyta Покрывтосеменные	Zannichelliaceae	<i>Zannichellia pedunculata</i> Reicherb.	ГиПУ	+	–
	Cyperaceae	<i>Bolboschoenus planiculmis</i> (F. Schmidt) T.V. Egorova	Г	+	+
		<i>Carex cryptocarpa</i> C.A. Mey.	Г	+	+
		<i>Carex</i> sp.	Г	+	+
		<i>Eleocharis</i> sp.	ГеН	+	–
		<i>Scirpus tabernaemontani</i> C.C. Gmel.	ГеВ	+	–
	Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	ГиПУ	+	–
	Poaceae	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	ТГ	+	+
		<i>Calamagrostis extremiorientalis</i> (Tzvelev) Prob.	ТГ	+	+
		<i>Calamagrostis</i> sp.	ТГ	+	+
		<i>Leymus mollis</i> (Trin.) Pilg.	ТГ	+	–
		<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	ГеВ	+	+
	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	ГиПУ	+	–
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.		ГиПУ	+	–	
Ruppiales	<i>Ruppia maritima</i> L.	ГиПУ	+	–	
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.	ГеВ	+	+	
Zosteraceae	<i>Zostera japonica</i> Asch. & Graebn	ГиПУ	+	+	
	<i>Zostera marina</i> L.	ГиПУ	+	+	
	<i>Zostera asiatica</i> Miki	ГиПУ	–	+	

В эстуарии р. Аввакумовка отмечен 21 вид (11 семейств), из них макрофитов — 3 и сосудистых растений — 18. Среди жизненных форм растений отмечено 3 типа, 6 групп: гидрофиты свободно плавающие в толще воды (ГиСП) — 3 вида; гидрофиты погруженные укореняющиеся (ГиПУ) — 7 видов; гелофиты высокотравные (ГеВ) — 3 вида; гелофиты низкотравные (ГеН) — 1 вид; гигрогелофиты (Г) — 3 вида и травянистые гидрофиты (ТГ) — 4 вида. В эстуарии р. Ольга отмечено 14 видов (7 семейств), макрофитов — 3 и сосудистых растений — 11. Жизненные формы: 3 типа, 5 групп: ГиСП — 3 вида, ГиПУ — 3 вида, ГеВ — 2 вида, Г — 3 вида и ТГ — 3 вида. Таким образом, флора исследованных районов насчитывает 23 вида (11 семейств) с представителями 6 групп жизненных форм (3 типа).

Распределение и запасы макрофитобентоса в эстуариях рек Аввакумовка и Ольга. В мае в приустьевой части эстуария р. Аввакумовка на глубинах от 0,5 до 1,5 м доминантное положение занимала zostера морская *Zostera marina*. Растения формировали обширные поля (рис. 2). Биомасса изменялась от 800 до 1500 г/м² (в среднем 700 г/м²) при проективном покрытии (ПП) от 20 до 90 %. Запас оценен в размере 239 т (табл. 2). В прибрежной зоне некоторых протоков отмечены прошлогодние сухие побеги тростника *Phragmites australis*.

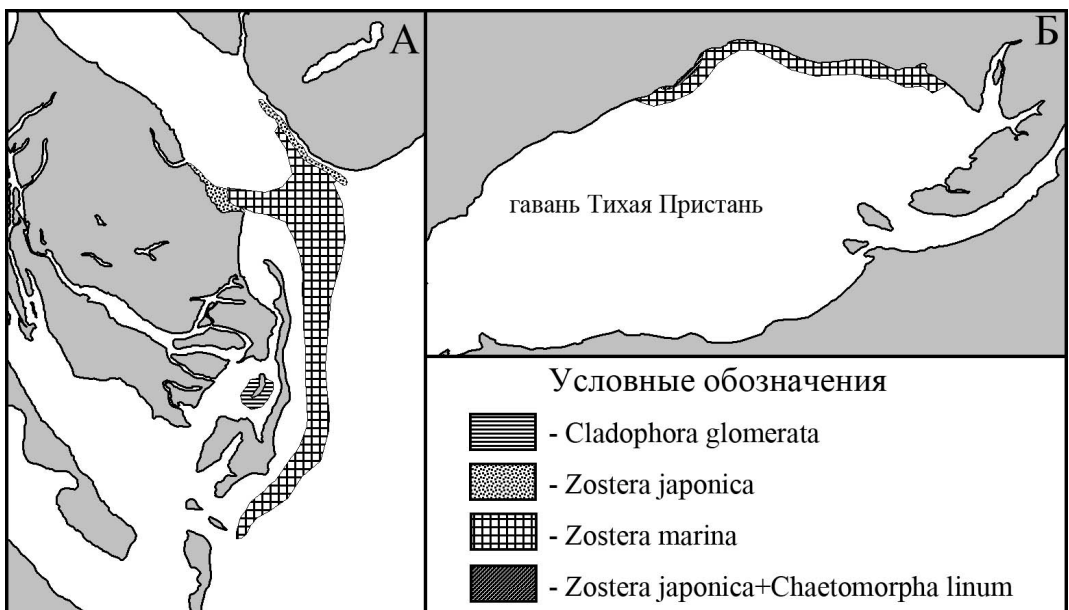


Рис. 2. Распределение доминирующих видов растительности в эстуариях р. Аввакумовка (А) и р. Ольга (Б) в мае 2012 г.

Fig. 2. Distribution of the dominant plant species in the estuaries of the Avvakumovka River (А) and Olga River (Б) in May, 2012

В прибрежных частях эстуария на глубинах 0,1–0,4 м отмечен пояс *Zostera japonica*. Проективное покрытие небольшое, от 10 до 50 %. Биомассы относительно низкие, 60–120 г/м² (в среднем 90 г/м²). Запас zostеры оценен в 3 т. Следует отметить, что в составе сообщества *Z. japonica*, на участках с низкой гидродинамикой и глубиной 0,1–0,3 м, встречалась *Cladophora glomerata*. Монодоминантное поселение кладофоры обнаружено в районе небольшого острова в центральной части эстуария. Глубина на этом участке небольшая (до 0,2 м), практически отсутствует течение. ПП не более 20 %, биомасса от 100 до 300 г/м² (в среднем 150 г/м²), запас кладофоры составил 1 т. Таким образом, общий запас макрофитобентоса на исследованных участках в мае оценен в 243 т.

Во внутренней эстуарии р. Ольга растительность отсутствовала, во внешней эстуарии — гавани Тихая Пристань — преобладала *Z. marina*. Растения формировали довольно плотные заросли с ПП 40–70 % на глубинах от 1 м. Биомассы от 1000 до 1500 г/м² (в среднем 1200 г/м²). Запас составил 41 т (табл. 3). Ближе к урезу воды на глубинах 0,1–0,5 м располагался пояс *Z. japonica*, ПП 20–50 %, биомасса 180–400 г/м²

Таблица 2

Биомасса (B), площадь поселений (S) доминирующих видов и запас (TB) макрофитобентоса в эстуарии р. Аввакумовка в мае, июле и сентябре 2012 г.

Table 2

Biomass (B , kg/m^2) and area (S , 10^3 m^2) for the dominant species and total biomass (TB , t) of macrophytobentos in the Avvakumovka estuary in May, July, and September, 2012

Таксон	B , kg/m^2		S , 10^3 m^2	TB , т
	lim	M		
Май				
<i>Zostera japonica</i>	0,06–0,12	0,09	34,0	3
<i>Zostera marina</i>	0,80–1,50	0,70	341,7	239
<i>Cladophora glomerata</i>	0,10–0,30	0,15	7,0	1
Всего	–	–	–	243
Июль				
<i>Potamogeton pectinatus</i>	0,01–0,08	0,03	18	0,5
<i>Ruppia maritima</i>	0,01–0,08	0,02	233	5,3
<i>Zannichellia pedunculata</i>	0,01–0,15	0,03	50	1,3
<i>Zostera japonica</i>	0,01–2,50	0,48	173	84,0
<i>Zostera marina</i>	0,50–1,50	1,20	506	608,0
<i>Eleocharis</i> sp.	0,003–0,100	0,04	3	0,1
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0,004–1,200	0,38	23	9,0
<i>Phragmites australis</i>	3,10–3,90	3,50	5	17,5
Всего	–	–	–	725,7
Сентябрь				
<i>Potamogeton pectinatus</i>	0–0,576	0,07	620,5	43,0
<i>Spirogyra</i> sp.	0,03–0,27	0,07	285,8	21,0
<i>Zostera marina</i>	0,96–1,80	1,30	762,0	990,6
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0–1,80	0,33	87,7	30,0
<i>Cladophora glomerata</i>	0–0,16	0,10	330,0	33,0
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0–0,84	0,12	474,4	57,0
<i>Zostera japonica</i>	0–1,10	0,21	386,1	81,0
<i>Phragmites australis</i>	2,20–2,90	2,40	5,0	12,0
Всего	–	–	–	1267,6

Примечание. lim — пределы изменчивости, M — среднее значение.

Таблица 3

Биомасса (B), площадь поселений (S) доминирующих видов и запас (TB) макрофитобентоса в эстуарии р. Ольга (гавань Тихая Пристань) в мае, июле и сентябре 2012 г.

Table 3

Biomass (B , kg/m^2) and area (S , 10^3 m^2) for the dominant species and total biomass (TB , t) of macrophytobentos in the Olga estuary (Tikhaya Pristan' Harbour) in May, July, and September, 2012

Таксон	B , kg/m^2		S , 10^3 m^2	TB , т
	lim	M		
Май				
<i>Zostera japonica</i>	0,18–0,40	0,21	3	1
<i>Zostera marina</i>	1,00–1,50	1,20	34	41
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,80–1,30	1,12	15	17
Всего	–	–	–	59
Июль				
<i>Ulva prolifera</i>	0,12–0,20	0,15	2,8	0,4
<i>Chaetomorpha linum</i>	1,50–3,80	1,70	18,0	30,0
<i>Zostera marina</i>	1,20–3,10	1,40	225,5	315,0
<i>Zostera japonica</i>	0,16–2,00	1,70	90,8	4,6
Всего	–	–	–	350,0
Сентябрь				
<i>Zostera marina</i>	0,96–1,30	1,20	204,2	245
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,14–2,10	0,81	33,0	27
<i>Zostera japonica</i>	0–1,50	0,76	11,8	9
Всего	–	–	–	281

(210 г/м²). Запас определен в размере 1 т (табл. 3). На расстоянии 2–6 м от уреза воды и глубине 0,4–2,0 м в составе зарослей *Z. marina* и *Z. japonica* встречалась хетоморфа *Chaetomorpha linum* (рис. 2).

Растения формируют объемные плотные донные маты с ПП 50–100 %. Площадь таких матов может изменяться от 0,5 до 8,0–10,0 м², при этом создаются зоны с пониженной гидродинамикой и уменьшаются колебания температуры и солености, что создает специфические условия обитания для бентосных животных и рыб. Биомасса хетоморфы была сопоставима с биомассой *Z. marina* — от 800 до 1300 г/м² (в среднем 1120 г/м²). Запас хетоморфы определен в 17 т. Таким образом, запас макрофитобентоса на исследованных участках составил около 59 т.

В июле в верхней части внутреннего эстуария р. Аввакумовка отмечены небольшие поселения 2 видов рдестов (рис. 3). На более открытых участках произрастал *Potamogeton pectinatus*. Биомасса изменялась от 10 до 80 г/м² (30 г/м²), ПП менее 10 %, запас составляет 0,5 т. Монодоминантное поселение рдеста Берхтольда *Potamogeton bertholdii* отмечено в одной из лагун с пониженной гидродинамикой. Растения формировали пояса вдоль берегов. Биомассы изменялись от 10 г/м² в районе лагун (рис. 3), где рдест входил в состав сообществ других видов, до 1200 г/м² в районах, где рдесты были доминантами растительных сообществ. Средняя биомасса 380 г/м², общий запас 9 т.

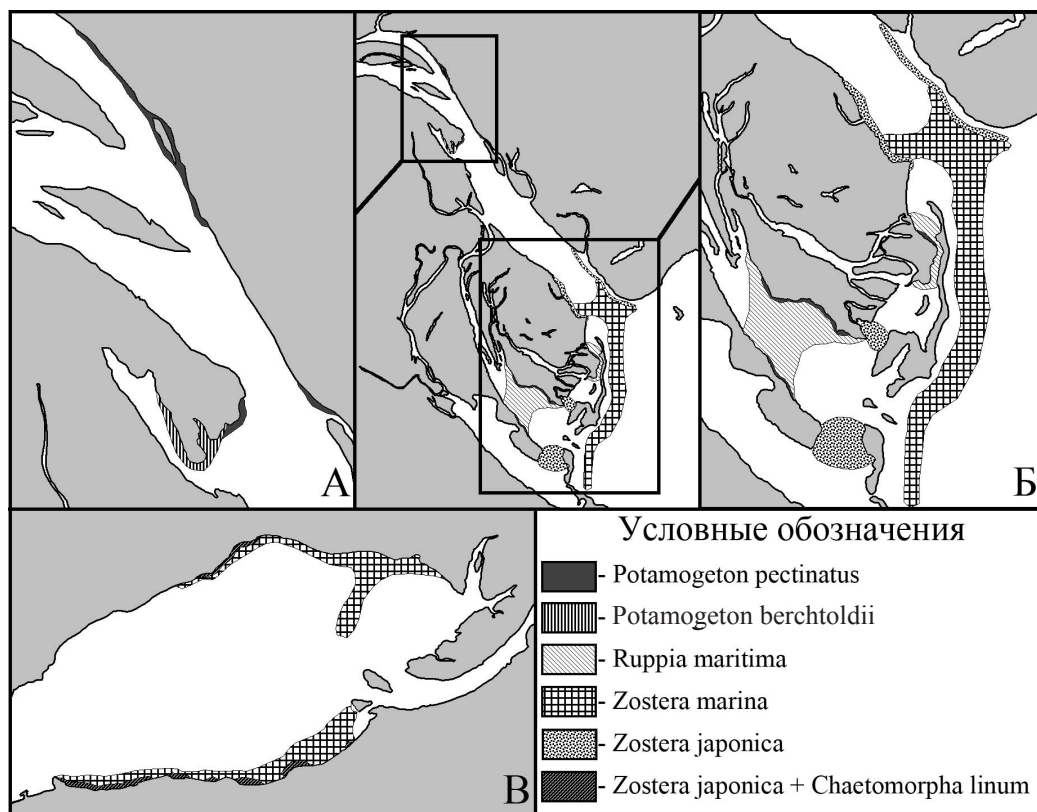


Рис. 3. Распределение доминирующих видов растительности в эстуариях р. Аввакумовка (А — верхняя часть, Б — нижняя часть) и р. Ольга (В) в июле 2012 г.

Fig. 3. Distribution of the dominant plant species in the estuaries of the Avvakumovka River (А — upper part, Б — lower part) and the Olga River (В) in July, 2012

В верхней части эстуария по берегам также встречались поселения *Eleocharis* sp. Несмотря на то что площади поселения относительно невелики (50–100 м²), плотность была довольно высока, составляя 720–920 побегов на 1 м². Поступление органики от таких поселений вряд ли может достигать значимых величин (запас 0,12 т), тем не менее эти поселения с высокой плотностью создают удобные местообитания для животных зообентоса и молоди рыб.

В июле в приустьевой части эстуария сохранились поля морской и японской zostеры (рис. 3). При этом площадь поселения первой несколько увеличилась по сравнению с маем (см. рис. 2). Биомассы также увеличились до 500–1500 г/м² (1200 г/м²). ПП 30–90 %, запас 608 т (см. табл. 2). Запасы *Z. japonica* в эстуарии в июле повысились более чем в 28 раз. Такой сильный скачок можно объяснить включением в расчеты запаса данных из неисследованных в мае районов. Обнаружено 2 участка, где zostера формирует довольно плотные поселения практически со 100 %-ным проективным покрытием и является доминантом. В зависимости от участка биомасса варьировала от 10 г/м² (берега основного русла) до 2500 г/м² (вверх от лагун). Средняя биомасса по эстуарию 480 г/м², запас 84 т.

Отмечены довольно обширные площади, занятые *Ruppia maritima*. В районе лагуны растения формируют монодоминантные поселения. Растения образуют обширное поле. Проективное покрытие изменяется от 30 до 80 %, биомасса составляет 10–80 г/м² (20 г/м²). В составе таких зарослей встречались *C. glomerata*, *Zannicellia pedunculata*, *Z. japonica*, *P. pectinatus* и *P. berchtoldii*. Запас руппии в эстуарии составил 5,3 т. На ряде участков по берегам лагун и некоторых проток внутреннего эстуария сформированы заросли тростника со средней биомассой 3,5 кг/м². ПП 100 %, площадь поселений 5 тыс. м², общий запас 17,5 т. Таким образом, запас растений в эстуарии р. Аввакумовка в июле составил 725,7 т (табл. 2).

В эстуарии р. Ольга в июле, как и в мае, преобладала *Z. marina* (рис. 3). Отмечено повышение биомасс до 1200–3100 г/м² (1700 г/м²) при ПП 40–100 % и площадей поселения морской zostеры (225,5 тыс. м²). Растения произрастали на глубине от 0,6 до 2,5 м. Запас посчитан в размере 315 т (табл. 3).

На глубине до 0,2 м на небольших участках вдоль берега произрастает *Ulva prolifera*. ПП 10–40 %, биомасса 120–200 г/м² (150 г/м²), запас 0,4 т. Глубже располагается пояс японской zostеры. Биомасса 160–2000 г/м² (1700 г/м²), ПП на разных участках изменяется от 30 до 70 %. В кутовой части гавани Тихая Пристань отмечено обширное поле с ПП более 60 %. Запас *Z. japonica* составил 4,6 т. Важно отметить, что четкой смены одного вида другим не наблюдалось. Так, пояс ульвы, если он есть, плавно сменяется поясом zostеры японской, в котором, начиная с определенной глубины (0,3–0,5 м), появляется хетоморфа. Далее, на глубине 0,8–1,2 м, хетоморфа встречается уже в составе сообщества *Zostera japonica* + *Chaetomorpha linum*. В июле отмечено вполне закономерное увеличение биомассы до 1500–3800 г/м² (1700 г/м²) хетоморфы. Запас этого вида в июле составил 30 т. Общий запас макрофитобентоса в эстуарии р. Ольга оценен в 350 т.

В сентябре выявлены некоторые изменения в распределении доминирующих видов растительности. Так, в верхней части эстуария р. Аввакумовка отмечено обширное поле *P. pectinatus* (рис. 4). Биомассы низкие, 0–160 г/м², в среднем 70 г/м², ПП от 10 до 40 %. Лагуна, находящаяся к западу от поля рдеста, в сентябре оказалась сильно заилена. Скорее всего, это стало причиной исчезновения из нее двух видов рдеста, обнаруженных здесь в июле. В приустьевой части внутреннего эстуария также произошли изменения. В небольшой протоке по левому берегу отмечено поселение *P. pectinatus*. Растения образовывали пояс вдоль берега шириной 2–3 м. Биомасса от 360 до 640 г/м² (470 г/м²), ПП 60–90 %. В приустьевой части по правому берегу произошла смена доминантного вида. В сентябре здесь обнаружен *P. pectinatus*, биомасса которого достигала 280 г/м² при средней величине 104 г/м², ПП 30–50 %. Поля японской zostеры по левому берегу и морской zostеры в центральной части эстуария, по сравнению с июлем, остались без существенных изменений. Биомасса японской zostеры составляла 300–600 г/м² (400 г/м²) при ПП 50 %. Биомасса морской zostеры увеличилась по сравнению с июлем и варьировала в пределах 960–1800 г/м² (1300 г/м²), запас составил 990,6 т (табл. 2).

В нижней части эстуария отмечена смена доминирующих видов (рис. 4). Вполне закономерны также и увеличение биомасс, площадей поселений и запасов растительности. В центральной части лагуны в районе острова зафиксировано увеличение площади поселения японской zostеры. Биомассы достигали 1000 г/м² (в среднем

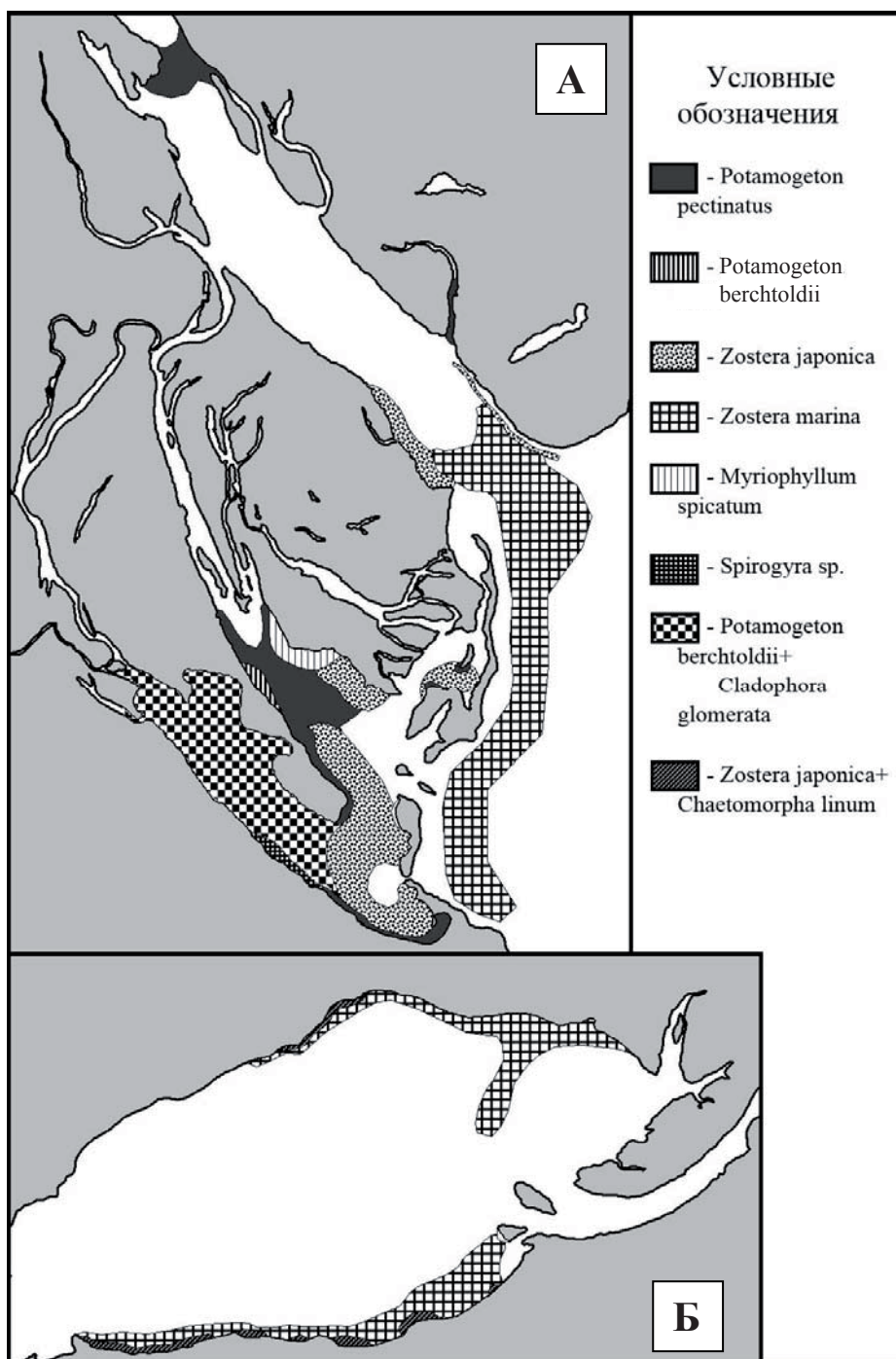


Рис. 4. Распределение доминирующих видов растительности в эстуариях р. Аввакумовка (А) и р. Ольга (Б) в сентябре 2012 г.

Fig. 4. Distribution of the dominant plant species in the estuaries of the Avvakumovka River (A) and the Olga River (B) in September, 2012

600 г/м²), ПП — 70–90 %. Поселения растений располагались на глубине 0,2–0,6 м. Вдоль берегов на глубинах от 0,1 до 0,4 м встречались небольшие по площади (5–20 м²) поселения гребенчатого рдеста *P. pectinatus*. ПП на таких участках часто достигало 100 %, биомасса составляла от 20 до 800 г/м² (340 г/м²).

В верхней лагуне вдоль левого берега отмечено поле японской зостеры. Биомассы на этом участке составляли 80–1000 г/м² (в среднем 340 г/м²), ПП — 30–70 %.

Сопутствующие виды — *P. pectinatus*, *P. berchtoldii*, *Myriophyllum spicatum*, *R. maritima* и *Spirogyra* sp. При продвижении в куттовую часть лагуны наблюдалась смена японской зостеры на колосистую уруть *M. spicatum*. Ее биомасса достигала 1800 г/м² (330 г/м²), а общее ПП — 70–100 %. Общий запас урути в эстуарии составил 30 т (табл. 2).

В сентябре в верхней лагуне отмечена смена доминирующего вида. В июле в этой части эстуария произрастала руппия, а в сентябре наибольшие биомассы были характерны для рдеста гребенчатого 230 г/м² (70 г/м²). Растения формировали обширное поле с ПП на разных участках от 50 до 90 %. Сопутствующие виды — *Z. japonica*, *P. berchtoldii*, *M. spicatum*, *R. maritima* и *Spirogyra* sp. В целом по эстуарию биомасса *P. pectinatus* изменялась от 0 до 576 г/м² при среднем значении 70 г/м². Запас этого вида составил 43 т. Вдоль правого берега лагуны отмечен пояс *P. berchtoldii* шириной от 1 до 3 м. Биомасса составляла 120–240 г/м² (160 г/м²), сопутствующие виды те же. В нижней лагуне отмечено смешанное сообщество *Potamogeton berchtoldii* + *Cladophora glomerata*. Полидоминантные поселения занимали большую часть лагуны. Общее ПП на этом участке 40–70 %, сопутствующие виды — *Z. japonica*, *P. berchtoldii*, *M. spicatum*, *R. maritima* и *Spirogyra* sp. Биомасса рдеста Берхтольда в лагуне 0–840 г/м² (110 г/м²). В среднем по эстуарию биомасса рдеста 120 г/м², общий запас — 57 т. Биомасса кладофоры в лагуне составляла 0–160 г/м² (100 г/м²). Запасы кладофоры в эстуарии оценены в размере 33 т. В южной части нижней лагуны вдоль правого берега по биомассе преобладала спирогира с биомассой 30–270 г/м² (70 г/м²), ширина пояса 1–4 м, ПП 40–70 %, запас 21 т. При дальнейшем продвижении к морю вдоль правого берега доминантное положение занимал рдест гребенчатый (ширина пояса от 0,5 до 6,0 м). Биомасса рдеста на этом участке изменялась от 60 до 200 г/м² (116 г/м²), ПП — 30–50 %. Кроме того, в нижней лагуне обширные пространства заняты зостерой японской. Биомасса достигала 330 г/м² (117 г/м²), ПП — 50–80 %. Запас *Z. japonica* в эстуарии составил 81 т. Так как в сентябре вегетационный сезон для тростника был близок к завершению, его биомасса снизилась до 2,4 кг/м², а запас до 12 т. Общий запас макрофитобентоса в эстуарии р. Аввакумовка оценен в размере 1267,6 т (табл. 2).

В сентябре в эстуарии р. Ольга (гавань Тихая Пристань) отмечено сокращение площадей, занятых поселениями растений. Произошла фрагментация обширного поля зостеры морской на две части. Причиной этого стало сильное заиление куттовой части гавани Тихая Пристань и повышенное из-за осадков поступление пресных вод из р. Ольга. Из состава сообществ растений практически исчезла ульва (рис. 4). Она встречалась на глубине до 0,1 м в виде единичных кустиков с биомассой менее 50 г/м². Биомасса хетоморфы варьировала от 140 до 2100 г/м² (810 г/м²) (табл. 3). Биомасса японской зостеры изменялась от 0 до 1500 г/м² (760 г/м²) при ПП 60–90 %. Вдоль левого берега распределение этого сообщества было уже пятнистым, площадь пятен изменялась от 8 до 100 м². Общий запас зостеры японской и хетоморфы в эстуарии составил соответственно 9 и 27 т. Биомасса зостеры морской сократилась по сравнению с июлем до 960–1300 г/м² (1200 г/м²), запас составил 245 т. Суммарный запас растительности в эстуарии р. Ольга оценен в 281 т.

Расширение обследованных районов в июле и сентябре позволило экспертным путем откорректировать оценки запасов доминирующих видов растений в эстуариях зал. Ольги соответственно в мае и июле. В итоге общий запас растительности в мае оценен в размере 0,30 тыс. т, в июле — 1,08 и в сентябре — 1,55 тыс. т (рис. 5). В целом в эстуариях зал. Ольги по биомассе доминировали морская и японская зостеры и рдесты.

Сравнение с данными по составу растительных сообществ эстуариев Приморья (Шунтов и др., 2010; Гусарова и др., 2011; Колпаков и др., 2012) показывает, что по типу растительности внутренний эстуарий р. Аввакумовка может быть отнесен к подгруппе мезогалинных эстуариев (вместе с реками Гладкая, Тесная (зал. Посьета) и Киевка), в которых преобладает зостера японская, рдесты и ряд пресноводных макрофитов (уруть и др.). Внутренний эстуарий р. Ольга — полигалинный, практически полное отсутствие как донной, так и полупогруженной растительности сближает его с р. Рязановка (зал. Петра Великого).

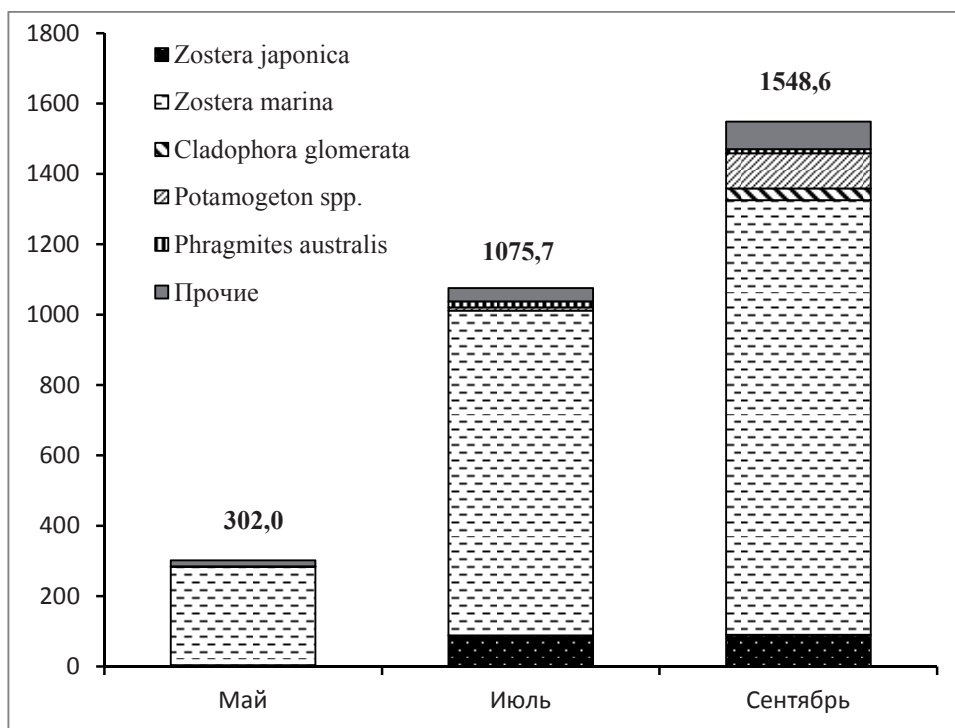


Рис. 5. Сезонная динамика общего запаса и соотношения доминирующих видов растительности в эстуариях зал. Ольги в 2012 г., т

Fig. 5. Seasonal dynamics of total biomass and ratio of dominant plants species in estuaries of the Olga Bay, t

Биологическая характеристика zostеры японской *Z. japonica*. Японская zostера — один из основных доминантов макрофитобентоса внутренних эстуариев Приморья, однако биология ее в противовес, например, zostере морской (Паймеева, 1984; Кафанов, Лысенко, 1988) изучена очень слабо.

Zостера японская — погруженный укореняющийся гидрофит (рис. 6). Произрастает в закрытых, иногда сильно опресненных бухтах от нижней литорали до глубины 3 м на илисто-песчаном грунте с включениями гальки и ракуши. Растение многолетнее. Листья 0,7–1,6 мм шириной и длиной до 50 см. Размножается как вегетативно (фрагментами корневищ), так и половым путем (Гальшева, Коженкова, 2006).

В эстуариях зал. Петра Великого (р. Суходол) формирует поселения на илисто-песчаном грунте от уреза воды до глубины 1,2 м при солёности воды от 0 до 30 ‰ (чаще 5–20 ‰). Эти участки эстуария зимой покрываются льдом, и корневища японской zostеры вымерзают. Поэтому здесь она функционирует как однолетник, ежегодно восстанавливаясь из семян к середине-концу июня (Гусарова и др., 2011). Цветение приходится на начало июля, а к середине месяца доля плодоносящих растений достигает 100 %. Созревание семян продолжается до середины сентября. Высыпавшиеся семена зимуют и начинают прорастать в начале-середине мая.

В мае в устье р. Аввакумовка *Z. japonica* формировала пояс на глубине 0,1–0,4 м при солёности 16,0–23,4 ‰. Длина побегов составляла 5–15 см (в среднем 11 см). Таким образом, здесь zostера японская является многолетним растением, прорастая весной из корневищ.

В июле в гавани Тихая Пристань отмечены побеги длиной от 9,5 до 28,0 см (в среднем $18,1 \pm 0,5$ см) (рис. 7, А). Наличие небольших растений (менее 13 см) указывает на то, что нарастание побегов у zostеры еще продолжалось. В сентябре размеры побегов увеличились: их длина изменялась от 11,5 до 35,1 см, на глубине 0,2 м средняя длина наземной части zostеры была равна $20,0 \pm 0,9$ см, на глубине 0,4 м эта величина была выше — $22,2 \pm 0,9$ см (рис. 7, Б, В).

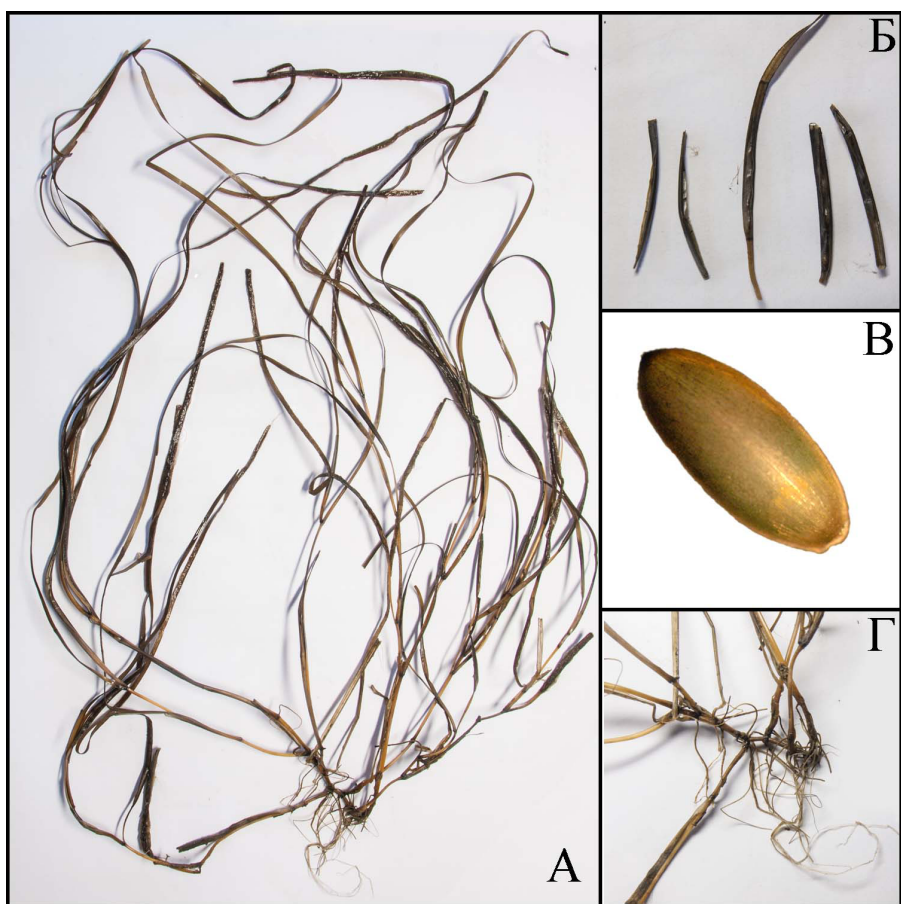


Рис. 6. Японская zostера: А — общий вид (гербарный образец); Б — плоды; В — семя; Г — подземная часть (корневище)

Fig. 6. *Zostera japonica*: А — total view (herbarium specimen); Б — fruit; В — seed; Г — underground stem (rhizome)

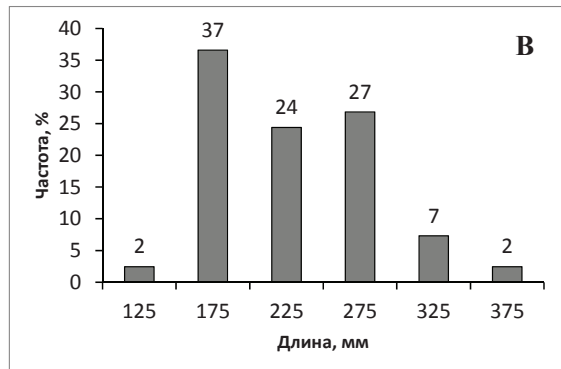
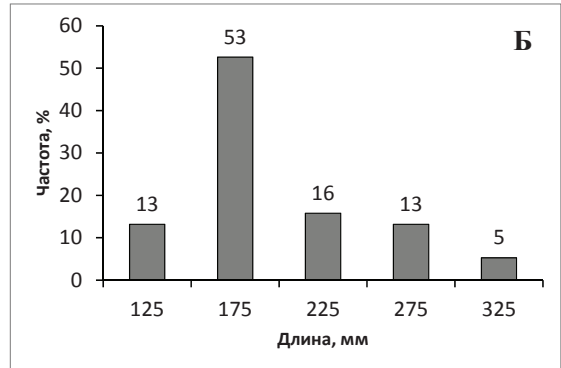
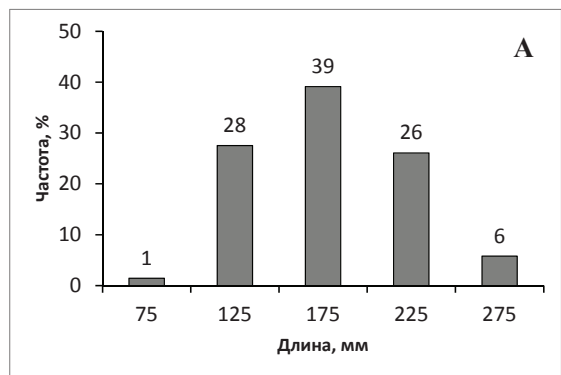
В июле и сентябре доля плодоносящих растений на мелководье составляла 100 %. В сентябре на глубине 0,4 м доля плодоносящих растений составила 88,6 %. Возможно, это связано с разными температурными условиями обитания — на мелководье вода прогревается быстрее и до более высокой температуры (в сентябре соответственно 20 и 18 °С). Возможно, что свою роль играет и затенение zostеры на большей глубине плавающими матами хетоморфы *C. linum*. Каждый побег несет от 1 до 9 плодов (в среднем 3,5), в каждом из которых содержится от 2 до 6 семян. Соотношение массы надземной, подземной частей и плодов в июле и сентябре менялось мало (рис. 8): доля корневищ — 6–10 %, наземных побегов — 74–82 и плодов — 12–17 %.

Заключение

Всего в составе растительных сообществ исследованных эстуариев зарегистрировано 23 вида (4 вида макрофитов и 19 — сосудистых растений). В эстуарии р. Аввакумовка отмечен 21 вид (11 семейств), из них макрофитов — 3 и сосудистых растений — 18. В эстуарии р. Ольга обнаружено 14 видов (7 семейств), макрофитов — 3 и сосудистых растений — 11. Во внешней эстуарии р. Аввакумовка на протяжении всего вегетационного периода доминантным видом является zostера морская. Во внутренней эстуарии наблюдается смена вида-эдификатора. В мае доминантное положение на разных участках эстуария занимают кладофора и zostера. В июле также преобладает zostера, на некоторых участках — рдесты и руппия, а в сентябре — zostера и рдесты, в том числе в составе полидоминантных сообществ. Во внешней эстуарии р. Ольга

Рис. 7. Размерный состав надземных частей *Z. japonica* в гавани Тихая Пристань: **А** — июль, глубина 0,2 м; **Б** — сентябрь, глубина 0,2 м; **В** — сентябрь, глубина 0,4 м

Fig. 7. Size composition of *Z. japonica* aboveground parts in the Tikhaya Pristan' Harbour (the Olga estuary): **A** — July, depth 0.2 m; **Б** — September, depth 0.2 m; **В** — September, depth 0.4 m

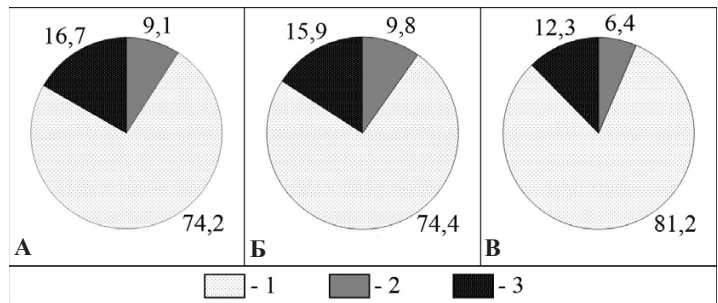


на протяжении всего вегетационного периода доминантом выступала zostера морская, на мелководных участках преобладала zostера японская, при этом субдоминантом в обоих случаях выступала хетоморфа. Во внутреннем эстуарии реки растительность отсутствовала. Общий запас макрофитобентоса в эстуариях зал. Ольги от мая к сентябрю увеличился в 5 раз, соответственно с 0,3 до 1,5 тыс. т. Зостера японская в эстуарии р. Ольга формирует многолетние поселения, доказательством чему служит наличие в начале периода вегетации относительно крупных растений, прорастающих из перезимовавших корневищ.

Автор глубоко благодарен за помощь в организации работ в зал. Ольги начальнику Ольгинского НП ФГУП «ТИНРО-Центр» Н.А. Черных и сотруднику НП А.И. Васильченко.

Рис. 8. Соотношение (% по массе) надземной (1) подземной (2) частей и плодов (3) у *Z. japonica* в гавани Тихая Пристань: **А** — июль (глубина 0,2 м); **Б** (0,2 м) и **В** (0,4 м) — сентябрь

Fig. 8. Weight percentage of the aboveground part (1), underground part (2) and fruits (3) for *Z. japonica* from the Tikhaya Pristan' Harbor: **A** — July, depth 0.2 m; **Б** — September, depth 0.2 m; **В** — September, depth 0.4 m



Список литературы

Белый М.Н. К методике оценки запаса водорослей // Мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 276–279.

Галышева Ю.А., Коженкова С.И. Сведения о макробентосе литорали и верхней сублиторали б. Киевка (Японское море) // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — С. 126–140.

Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. Распределение растительности, макро-бентоса и рыб в эстуарии реки Суходол (южное Приморье) // Тез. докл. 10-го съезда Гидробиол. о-ва при РАН. — Владивосток : Дальнаука, 2009. — С. 111–112.

Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Ольховик А.В. Сезонная динамика макрофитобентоса эстуария реки Суходол (Уссурийский залив, залив Петра Великого) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — Вып. 5. — С. 134–141.

Зуенко Ю.И. Промысловая океанология Японского моря : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — 227 с.

Кафанов А.И., Лысенко В.Н. Биология морской травы *Zostera marina* // Биота и сообщества дальневосточных морей. Лагуны и заливы Камчатки и Сахалина. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1988. — С. 93–113.

Колпаков Н.В., Долганова Н.Т., Милованкин П.Г. и др. Использование рыбами топических и трофических ресурсов разных биотопов эстуария реки Суходол (залив Петра Великого) // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 174. — С. 187–207.

Колпаков Н.В., Долганова Н.Т., Надточий В.А. и др. Экосистемные исследования биоресурсов прибрежных и эстуарных вод южного Приморья // ТИНРО—85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 103–128.

Колпаков Н.В., Ольховик А.В., Колпаков Е.В., Милованкин П.Г. Первые данные по составу и структуре фитоконсорциев эстуариев залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 170. — С. 3–16.

Кудра Р.И., Калинина Г.Г. Гидрографическое описание рек Приморья. Справочное пособие для выполнения курсовых проектов студентам специальности 311700. — Владивосток : ДГТРУ, 1997.

Михайлов В.Н., Горин С.Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей — эстуариев // Вод. ресурсы. — 2012. — Т. 39, № 3. — С. 243–257.

Ольховик А.В. Внутригодовая динамика макрофитобентоса в эстуарии реки Суходол (Уссурийский залив, Японское море) // Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии : мат-лы 10-й регион. конф. студентов, аспирантов вузов и науч. орг-й Дальнего Востока России. — Владивосток : ДВГУ, 2011а. — С. 193–198.

Ольховик А.В. Восстановление зарослей макрофитобентоса в эстуарии реки Суходол (Уссурийский залив, Японское море) после зимнего ледостава // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский, 2011б. — С. 255–259.

Ольховик А.В. Летний аспект в развитии макрофитобентоса эстуариев рек Суходол и Гладкая (залив Петра Великого) // Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии : мат-лы 11-й регион. конф. студентов, аспирантов вузов и науч. орг-й Дальнего Востока России. — Владивосток : ДВГУ, 2012. — С. 214–218.

Ольховик А.В. Начало весеннего роста макрофитобентоса в эстуарии реки Суходол (Уссурийский залив, залив Петра Великого) // Проблемы экологии морского шельфа : мат-лы 1-й Всерос. науч. молодеж. конф.-школы. — Владивосток : ДВГУ, 2010. — С. 120–125.

Паймеева Л.Г. Биология *Zostera marina* L. и *Zostera asiatica* Miki Приморья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 24 с.

Папченков В.Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности // Экология. — 1985. — № 6. — С. 8–13.

Прик А. Краткий очерк климата поста Св. Ольги // Зап. О-ва изучения Амур. края. — 1894. — Т. 4. — С. 34–65.

Тарасов Н.И. О работах южного отряда Тихоокеанской экспедиции ГГИ летом 1930 г. // Изв. Гос. гидрол. ин-та. — 1931. — № 33. — С. 43–49.

Тарасов Н.И. О ходе гидробиологических работ южного отряда Тихоокеанской экспедиции ГГИ в 1929 г. // Изв. Гос. гидрол. ин-та. — 1929. — № 25. — С. 116–118.

Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Волвенко И.В. и др. Экосистемное изучение биологических ресурсов дальневосточных морских вод России: некоторые результаты исследований в конце 20 — начале 21 столетия // ТИНРО—85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 25–78.

Elliott M., McLusky D.S. The need for definitions in understanding estuaries // Estuar. Coast. Shelf Sci. — 2002. — Vol. 55. — P. 815–827.

Pritchard D.W. What is an estuary: a physical viewpoint // Estuaries. Am. Ass. Adv. Sci. — 1967. — Publ. 83. — P. 3–5.

Telesh I.V., Naumenko E.N., Alimov A.F. Progress and Perspectives of the Estuarine Ecosystem Studies: Summing up the Results of the 42nd Estuarine and Coastal Science Association International Symposium // Inland Water Biology. — 2009. — Vol. 2, № 4. — P. 295–299.

Поступила в редакцию 12.12.14 г.