

УДК 581 : 582.252

О.Г. Шевченко^{1,2,3}, А. А. Пономарева²¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б²Научно-образовательный комплекс «Приморский океанариум» ДВО РАН,
690001, о-в Русский³Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17**ФИТОПЛАНКТОН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ О-ВА САХАЛИН
В АВГУСТЕ – СЕНТЯБРЕ 2010 г.**

В результате исследований фитопланктона у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г. было обнаружено 103 вида, относящихся к 7 отделам: динофитовые (52 вида), диатомовые (39), зеленые (4), сине-зеленые (1), криптомонадовые (3), золотистые (3) и евгленовые (1). Численность планктонных микроводорослей изменялась от 0,7 тыс. кл./л до 588 тыс. кл./л. Наибольшие количественные показатели фитопланктона отмечали в августе на горизонте 25 м, минимальные – в сентябре на горизонте 2 м. В августе основу сообщества формировали диатомовые водоросли, в сентябре наблюдали массовое развитие динофлагеллят.

*За период исследования в составе фитопланктона было обнаружено 9 потенциально токсичных видов, относящихся к 2 отделам: диатомовые *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens* и динофитовые: *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* и *Protoperidinium crassipes*. Численность *D. acuminata* (1,7 тыс. кл./л) и *D. acuta* (1,4 тыс. кл./л) в сентябре более чем в 3 раза превышала ПДК, установленную для этой группы продуцентов фикотоксина (500 кл./л). Зарегистрированные случаи массового развития потенциально токсичных микроводорослей свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга в данном районе, который является местом нагула корейско-охотской популяции серого кита.*

Ключевые слова: морской фитопланктон, микроводоросли, численность, потенциально токсичные виды, остров Сахалин, Охотское море.

O.G. Shevchenko, A.A. Ponomareva**PHYTOPLANKTON ON THE NORTH-EASTERN COAST
OF THE SAKHALIN ISLAND IN AUGUST – SEPTEMBER 2010**

The studies of phytoplankton was carried out on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August – September 2010. During off study was found 103 species, belong to 7 groups: Dinophyta (52 species), Bacillariophyta (39), Chlorophyta (4), Cyanophyta (1) Cryptophyta (3), Chrysophyta (3) and Euglenophyta (1). The number of planktonic algae ranged from 0.7 thousand cells/L to 588 thousand cells/L. The maximum of phytoplankton number was reported in August on the 25 m layer, the minimum – in September on the 2 m layer. Microalgae community was formed the diatoms in August and dinoflagellates in September.

*During the study period in the phytoplankton was found 9 potentially toxic species from 2 groups: Bacillariophyta – *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*; and Dinophyta – *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* and *Protoperidinium crassipes*. The number of *D. acuminata* (1,7 thousand cells/L) and *D. acuta* (1,4 thousand cells/L) in September, was more than three times higher than established for this phycotoxins group of producers (500 cells/L). Reported cases of potentially toxic algae mass development indicate the need for continued monitoring phytoplankton in the study area, which is feeding area the Korean-Okhotsk gray whale population.*

Key words: marine phytoplankton, microalgae, number, potentially toxic phytoplankton species, Sakhalin Island, Sea of Okhotsk.

Шельф северо-восточного побережья Сахалина является одним из наиболее высокопродуктивных районов Мирового океана. Биогенные и органические вещества в летний период поступают с амурскими водами, во время паводков из зал. Пильтун и Чайво, а также с апвеллингом из открытых районов Охотского моря [1]. Эти факторы обуславливают высокий уровень количественного развития фитопланктона, а смешение вод различного происхождения определяют значительное видовое разнообразие фитопланктона этого района. Интенсивные океанографические и гидробиологические исследования охотоморского побережья о-ва Сахалин были начаты в конце XX в. в связи с разработкой месторождений нефти и газа. Одновременно область северо-восточного шельфа острова является основным районом летне-осеннего нагула серых китов [2].

Исследования фитопланктона Охотского моря проводятся с 20-х гг. прошлого века [3-5]. К настоящему времени хорошо изучен видовой состав планктонных микроводорослей [6-9]. В начале 2000-х гг. опубликован ряд работ, посвященных видовому составу, сезонной и межгодовой изменчивости фитопланктона охотоморских вод, прилегающих к о-ву Сахалин [9-13]. В результате этих исследований было обнаружено 306 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей из 8 отделов. Флора исследуемого района была дополнена 59 видами и внутривидовыми таксонами, новыми для Охотского моря [9, 13]. Приведены количественные характеристики и распределение микроводорослей у берегов Сахалина. Помимо планктонной была исследована бентосная жизненная стадия микроводорослей, впервые были исследованы поверхностные морские осадки, описано 32 типа покоящихся цист динофлагеллят. Также в прибрежных водах о-ва Сахалин было зарегистрировано 22 вида потенциально токсичных водорослей, исследованы их распределение и количественные характеристики.

Работа является продолжением исследований фитопланктона прибрежных вод о-ва Сахалин. Цель настоящей статьи – определение видового состава и численности фитопланктона у северо-восточного побережья о-ва Сахалин, исследование состава и количественного развития микроводорослей, токсичных для морских млекопитающих и человека.

Материал и методы

Материалом для работы послужили 105 проб фитопланктона, собранных с августа по сентябрь 2010 г. в экспедиции Института биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН на НИС «Академик Лаврентьев».

Сбор материала производили на станциях, расположенных у северо-восточного побережья о-ва Сахалин, Охотское море (рис. 1).

Материал отбирали 4-литровым батометром Нискина с поверхности воды и на разных горизонтах до глубины 55 м. Один литр пробы фиксировали раствором Утермея и концентрировали методом осаждения [14].

Для подсчета клеток фитопланктона использовали камеру Sedgewick-Rafter объемом 1 мл. Идентификацию проводили с помощью светового микроскопа Olympus BX 41. В исследованиях микроводорослей с помощью микроскопа применяли традиционную методику. К группе «мелкие жгутиковые водоросли» относили неидентифицированные пигментированные клетки, чаще флагелляты, размером менее 10 мкм. Доминирующими считали виды, численность которых составляла не менее 20 % от суммарной численности фитопланктона [15].

Результаты и обсуждение

Видовое разнообразие. В районе исследования обнаружено 103 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей, относящихся к 7 отделам (табл. 1). По числу видов доминировали динофлагелляты и диатомовые водоросли. Динофитовые водоросли (Dinophyta) представлены 52 видами (50 % от общего числа видов), среди которых наиболее разнообразными были роды *Protoperdinium* (15 видов) и *Dinophysis* (7 видов). Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) были представлены 39 видами и внутривидовыми таксонами, что состав-

ляло 38 % от общего числа видов. Остальные отделы были представлены менее значительно и в сумме составляли 10 % от общего числа видов: зеленые (Chlorophyta) – 4 вида, синезеленые (Cyanophyta) – 1, криптомонадовые (Cryptophyta) – 3, золотистые (Chrysophyta) – 3 и евгленовые (Euglenophyta) – 1 вид.

По литературным данным, у северо-восточного побережья о-ва Сахалин с июня по октябрь 2001-2003 гг. отмечено 197 таксонов планктонных микроводорослей [13]. Нами в августе – сентябре 2010 г. на этой акватории было зарегистрировано меньшее число видов и внутривидовых таксонов – 103, что можно объяснить узким периодом наблюдений.

В августе – сентябре 2010 г. на акватории исследования по численности доминировали 14 видов микроводорослей из 5 отделов и мелкие жгутиковые водоросли (табл. 2, 3).

Комплекс доминирующих видов и степень их доминирования менялись в течение периода наблюдений. В августе на всей исследованной акватории преобладали диатомовые водоросли, их доля составляла 21-99 % от общей численности фитопланктона (табл. 2). В этот период достигали значительного развития *Guinardia delicatula*, *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschoides*, *Thalassiosira* sp. В сентябре в сообществе развивались в массе микроводоросли из 5 отделов и мелкие жгутиковые водоросли (табл. 3). На долю видов-доминантов диатомовых водорослей приходилось 23-98 % от общей численности фитопланктона. В планктоне преобладали виды, характерные для августа, а также *Licmophora abbreviata* и *Melosira* sp. Комплекс видов-доминант динофитовых микроводорослей включал в себя *Ceratium tripos*, *Oblea rotundata*, *Prorocentrum minimum* и виды рода *Protoperidinium*, доля которых составляла 21-87 % от суммарной численности планктона.

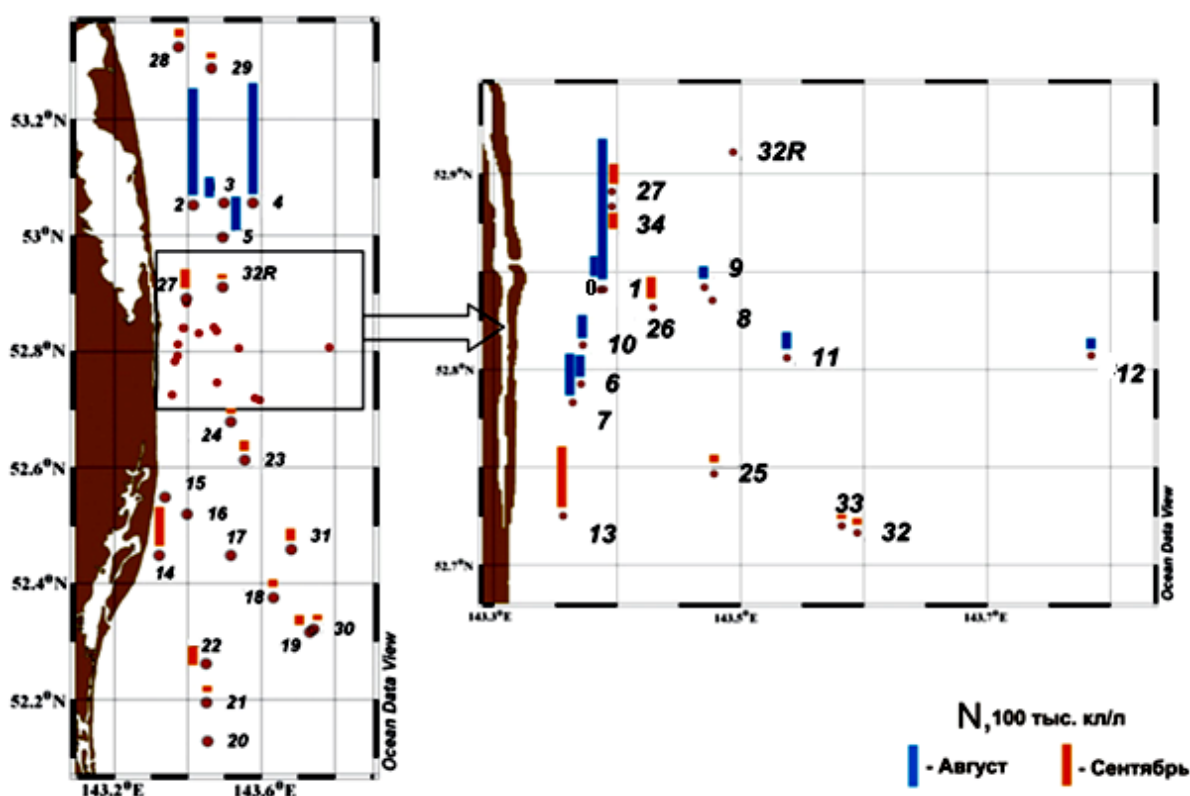


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб; распределение численности фитопланктона (столбики) в приповерхностном горизонте у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г.

Fig. 1. Map of the study area showing the sampling stations and phytoplankton density at the stations (column) in surface layer on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August – September 2010

Таблица 1

**Таксономический состав фитопланктона у северо-восточного побережья
о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г.**

Table 1

**Species found on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island
in August – September 2010**

Отделы микроводорослей	Количество таксонов
Суанophyta	1
Chrysophyta	3
Bacillariophyta	39
Cryptophyta	3
Dinophyta	52
Euglenophyta	1
Chlorophyta	4
Всего видов	103

Таблица 2

**Виды фитопланктона, доминирующие по численности (%) на различных горизонтах
на станциях у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе 2010 г.**

Table 2

**Dominant phytoplankton species (%) in the different layers on the sampling stations
on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August 2010**

Таксон	Станции											
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
Василлариophyta Диатомовые водоросли												
<i>Guinardia delicatula</i>	67-80	95	89-98	80-94	58-99	37-98	61-94	73-92	98	42-73	53-98	41-89
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>				26-39		45						
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	26			21-36								35
<i>Thalassiosira</i> sp.				45	51-58	73			35			
Суанophyta Сине-зеленые водоросли												
<i>Anabaena</i> sp.												39

Таблица 3

**Виды фитопланктона, доминирующие по численности (%) на различных горизонтах
на станциях у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в сентябре 2010 г.**

Table 3

**Dominant phytoplankton species (%) in the different layers on the sampling stations
on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in September 2010**

Таксон	Станции																			
	13	14	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32R	34	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Василлариophyta Диатомовые водоросли																				
<i>Guinardia delicatula</i>	61-93	75-90	74	79	29	80-98			58					59	23					
<i>Licmophora abbreviata</i>																				65

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Melosira</i> sp.																	40		
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>									25				28-57						
<i>Thalassionema nitzschioides</i>									31			32-83	42-68			64-70		42	
<i>Thalassiosira</i> sp.							26	23											
Dinophyta Динофитовые водоросли																			
<i>Ceratium tripos</i>											20		32-80						
<i>Oblea rotundata</i>					23		21				51						25		
<i>Prorocentrum minimum</i>											53	37		30	52-65	48-50	30	21-59	85-87
<i>Protoperidinium pellucidum</i>								22		24									
<i>Protoperidinium pyriforme</i>													33						
Chrysophyta Золотистые водоросли																			
<i>Dictyocha speculum</i>				29															
Cyanophyta Сине-зеленые водоросли																			
<i>Anabaena</i> sp.													43-45						58
Cryptophyta Криптофитовые водоросли																			
<i>Plagioselmis prolonga</i>				56															25
Мелкие жгутиковые водоросли												20							27

Преобладание диатомовых водорослей в фитопланктоне прибрежных районов и в открытой части Охотского моря показано в ряде исследований [6-8]. Значительное видовое разнообразие и обилие динофлагеллят в летний период также характерно для прибрежных акваторий Южного Сахалина [11]. Изменение комплекса доминирующих видов в августе – сентябре 2010 г. обусловлено сезонной изменчивостью и сменой летних видов видами осеннего комплекса. Также известно, что фитопланктон у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в одно и то же время может находиться в разных фазах развития и даже на смежных участках состав видов-доминантов может быть различным [16, 17].

Динамика численности фитопланктона. Количественное развитие фитопланктона за период исследования характеризовалось значительной пространственно-временной неоднородностью. Численность планктонных микроводорослей варьировала в пределах 0,7 – 588 тыс. кл./л.

Анализ пространственного распределения фитопланктона в приповерхностном горизонте показал, что по мере удаления от берега в направлении открытых морских вод численность микроводорослей уменьшалась (см. рис. 1). Так, в августе максимум численности (334,1 тыс. кл./л) был зарегистрирован на ст. 1, расположенной напротив зал. Пиль-

тун, пик был обусловлен массовым развитием мелкоклеточной диатомеи *Guinardia delicatula* (95 % от общей численности фитопланктона) (см. рис. 1). Минимальные количественные показатели фитопланктона в августе отмечали на ст. 12, наиболее удаленной от берега (2,6 тыс. кл./л). Основу сообщества по численности формировала *G. delicatula* (41 % от общей численности фитопланктона). В сентябре количественные характеристики фитопланктона у поверхности были ниже, чем в августе. Так, наибольшей численности (145,0 тыс. кл./л) фитопланктон достигал на ст. 13, расположенной напротив зал. Пильтун (см. рис. 1). Пик был обусловлен развитием *G. delicatula* (73 %). Наименьшие значения численности наблюдали на ст. 32R. Минимум численности (4,1 тыс. кл./л) был обусловлен развитием *Prorocentrum minimum* (59 %) и мелких жгутиковых водорослей (23 %).

Вертикальное распределение количественных параметров фитопланктона на станциях было неравномерным. В августе наибольшие значения численности фитопланктона отмечали на промежуточных горизонтах или в придонном слое, за исключением станций 4 и 7, где отмечено преобладание микроводорослей в поверхностном горизонте (рис. 2). Максимальную численность (587,9 тыс. кл./л) микроводорослей за весь период исследования отмечали на ст. 5 на горизонте 25 м. Основу сообщества на этом горизонте формировала *Thalassiosira* sp. (см. табл. 2), на других горизонтах на ст. 5 наблюдали развитие преимущественно *G. delicatula*. В целом по столбу воды на акватории исследования по численности преобладала *G. delicatula*. Вероятно, такое вертикальное распределение микроводорослей наблюдалось из-за стратификации водной толщи и существования градиентов на горизонтах 2 и 15 м.

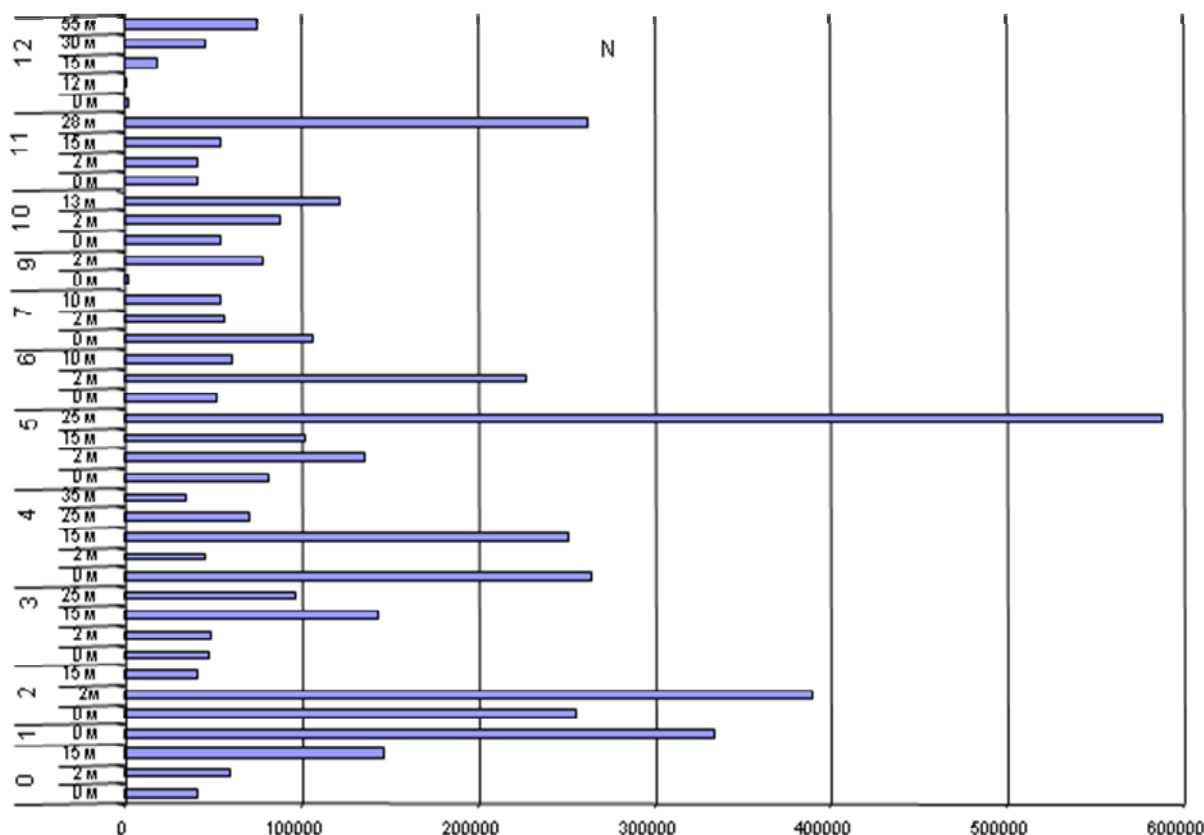


Рис. 2. Распределение численности (N) микроводорослей по станциям на разных горизонтах в августе 2010 г. в районе исследования

Fig. 2. Number of microalgae (N) in different layers on the sampling stations in August 2010 on the study area

В сентябре наблюдали пеструю картину вертикального распределения количественных параметров фитопланктона (рис. 3). Так, по распределению численности клеток фитопланктона массовое развитие микроводорослей на трети станций (13, 14, 23, 25, 27, 31) отмечали у поверхности. На остальных станциях наибольшую численность фитопланктона наблюдали на горизонте 2 м или у дна. В целом основу численности фитопланктона у поверхности составляли *G. delicatula* и *Prorocentrum minimum*, на других горизонтах количественные характеристики фитопланктона были обусловлены вегетацией крупных динофлагеллят родов *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gyrodinium* и *Protoperidinium*.

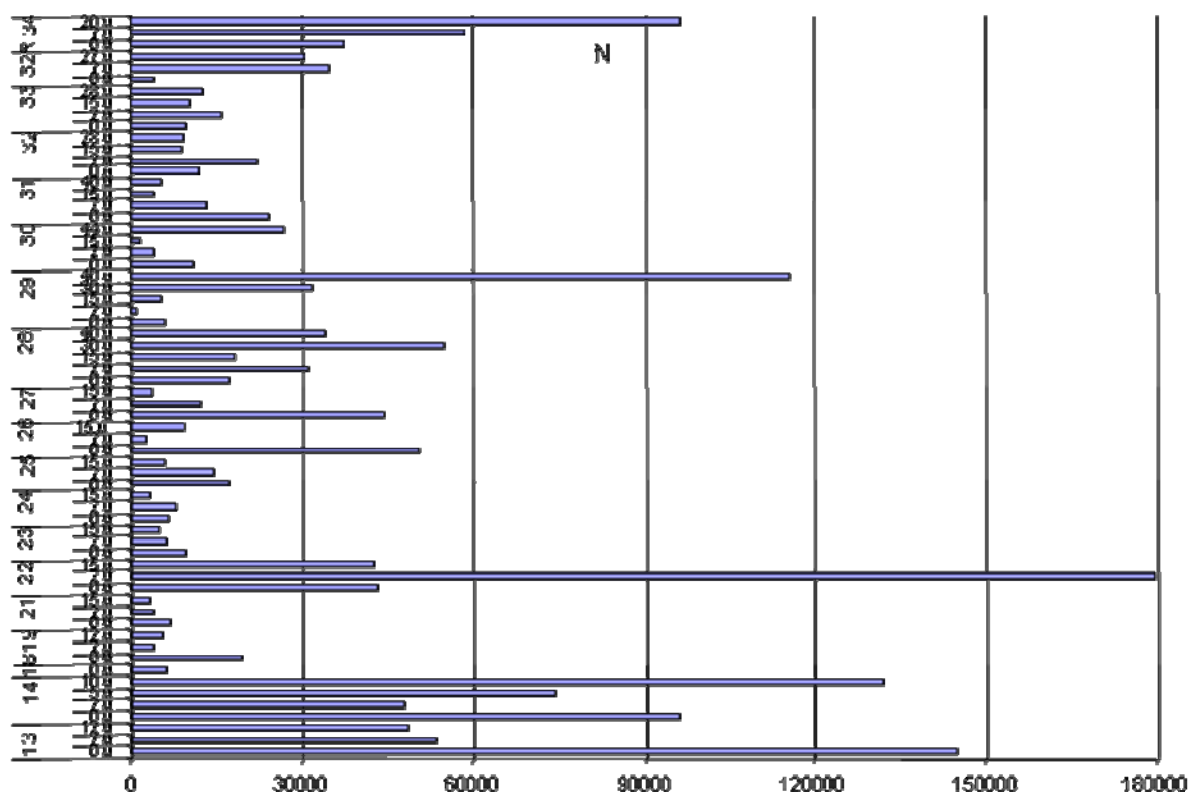


Рис. 3. Распределение численности (N) микроводорослей по станциям на разных горизонтах в сентябре 2010 г. в районе исследования

Fig. 3. Number of microalgae (N) in different layers on the sampling stations in September 2010 on the study area

Потенциально токсичные микроводоросли. За период исследования в составе фитопланктона обнаружено 9 потенциально токсичных видов, относящихся к 2 отделам: диатомовые водоросли и динофлагелляты (табл. 4). Диатомовые водоросли: *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*, динофитовые: *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* и *Protoperidinium crassipes*. Исследования показали, что виды рода *Dinophysis* были наиболее широко распространены на акватории. Отмечено массовое развитие потенциально токсичного вида динофлагеллят – *Prorocentrum minimum*.

Исследования токсичных микроводорослей в дальневосточных морях России начались с конца 80-х гг. XX в. [18, 19]. В настоящее время на акватории дальневосточных морей обнаружено 27 видов микроводорослей, способных продуцировать токсины [20]. Токсины, вырабатываемые микроводорослями, могут передаваться по пищевым цепям, вызывать отравления людей и массовую гибель морских животных.

В районе исследования обнаружено два потенциально токсичных вида рода *Pseudo-nitzschia*: *P. delicatissima* и *P. pungens* (табл. 4). Виды рода *Pseudo-nitzschia* являются продуцентами нейротоксичной домоевой кислоты, которая служит причиной амнезических отравлений моллюсками – ASP – Amnesic Shellfish Poisoning [21]. В районе исследования *P. delicatissima* и *P. pungens* были встречены только в августе, их суммарная численность составляла 6,3 тыс. кл./л и не превышала уровня предельно допустимых концентраций (500 тыс. кл./л), при которых в странах ЕС вводят ограничения на вылов моллюсков в марикультурных хозяйствах. Согласно опубликованным данным, в 2001–2003 гг. у северо-восточного побережья о-ва Сахалин были зарегистрированы *P. delicatissima* (1,6 тыс. кл./л) и *P. pungens* (232,8 тыс. кл./л) [13], их численность превышала количественные параметры, полученные для этих видов в нашем исследовании.

Таблица 4

Максимальная численность (тыс. кл./л) потенциально токсичных микроводорослей в районе исследования в августе – сентябре 2010 г.

Table 4

Maximum of potentially toxic species number (thousand cells/L) on the study area in August – September 2010

Группа	Таксон	Тип отравления	Численность, тыс. кл./л	
			Август	Сентябрь
Диатомовые	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	ASP	3,2	-
	<i>P. pungens</i>	ASP	3,1	-
Динофлагелляты	<i>Dinophysis acuminata</i>	DSP	1,0	1,7
	<i>D. acuta</i>	DSP	0,5	1,4
	<i>D. norvegica</i>	DSP	0,1	0,4
	<i>D. rotundata</i>	DSP	0,1	0,4
	<i>Prorocentrum minimum</i>	NSP	-	50,4
	<i>Protoceratium reticulatum</i>	DSP	-	0,1
	<i>Protoperidinium crassipes</i>	AZP	0,1	0,8

Динофлагелляты, способные продуцировать токсины, были самой разнообразной по числу видов группой микроводорослей. Виды рода известны как возбудители диаретического отравления моллюсками – DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning [22]. Причиной этого отравления является окадаевая кислота, динофизис- и пектенотоксины. В период исследования было зафиксировано массовое развитие *D. acuminata* (1,0-1,7 тыс. кл./л) и *D. acuta* (0,5-1,4 тыс. кл./л), их численность превышала предельно допустимую концентрацию, установленную для этой группы фикотоксинов (0,2-0,5 тыс. кл./л). Численность остальных *Dinophysis* – *D. norvegica* (0,1-0,38 тыс. кл./л) и *D. rotundata* (0,1-0,38 тыс. кл./л) была ниже уровня ПДК. Присутствие в летнем планктоне *Dinophysis* у северо-восточного побережья о-ва Сахалин подтверждается литературными данными [13]. В проведенном нами исследовании численность видов была схожей или выше, отмечено большее видовое разнообразие *Dinophysis*, так, *D. norvegica* отмечен для этой акватории впервые.

За период исследования *Prorocentrum minutum* был наиболее многочисленным. С массовым развитием этого вида связывают нейротоксические отравления моллюсками, зарегистрированные в странах АТР. Вид является потенциально токсичным и широко распространен в дальневосточных морях России. В период наших исследований численность *P. minutum* достигала 50,4 тыс. кл./л и составляла 87 % от общей численности фитопланктона. В 2001-2003 гг. численность *P. minimum* у северо-восточного побережья о-ва Сахалин составляла 3,2 тыс. кл./л [13].

Потенциально токсичный вид *Protoceratium reticulatum* широко известен как продуцент йезотоксинов. Механизм физиологического действия йезотоксинов пока не ясен; они не вызывают диареи, возможно отнесение этих соединений к DSP-токсинам ошибочно [23]. В нашем исследовании численность вида не превышала 0,1 тыс. кл./л, по литературным сведениям, на этой акватории вид может достигать 0,9 тыс. кл./л [13].

Потенциально токсичный вид *Protoperidinium crassipes* известен как продуцент токсичных азаспирокислот (AZAs), и с развитием этого вида связывают случаи азаспирокислотного отравления моллюсками в Западной Европе (AZP – Azaspiracid Shellfish Poisoning). *P. crassipes* в районе исследования встречался на протяжении всего периода наблюдений, в сентябре был зарегистрирован при максимальной численности 0,8 тыс. кл./л.

Продолжение исследований фитопланктона прибрежных вод северо-восточного побережья о-ва Сахалин показало увеличение численности потенциально токсичных видов *Dinophysis* и *P. minimum* по сравнению с началом 2000-х гг. Массовое развитие на акватории исследованного района, который является местом нагула корейско-охотской популяции серого кита, опасных для морских млекопитающих микроводорослей свидетельствует о необходимости дальнейшего мониторинга фитопланктона и установления регулярного контроля над составом и обилием потенциально опасных организмов.

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9. Охотское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – М.: Гидрометеоздат, 1993. – 168 с.
2. Тюрнева, О.Ю. Сезонные перемещения серых китов (*Eschrichtius robustus*) между кормовыми районами на северо-восточном шельфе о. Сахалин: сб. науч. тр. 4-й Междунар. конф. / О.Ю. Тюрнева, М.К. Маминов, Е.П. Швецов и др. – СПб.: Изд-во СПб. университета, 2006. – С. 530-535.
3. Marukawa, H. Plankton list and some species of Copepoda from the northern waters of Japan // Bull. Inst. Oceanogr. – 1921. – № 384. – P. 1-5.
4. Aikawa, H. On the planktology of Okhotsk Sea in autumn // Bull. Jap. Soc. Fish. – 1933. – Vol. 2, № 4. – P. 175-182.
5. Aikawa, H. On the diatom communities in the water surrounding Japan // Rec. Oceanogr. Works Japan. – 1936. – Vol. 8, № 1. – P. 1-159.
6. Киселев, И. А. Состав фитопланктона морских вод Южного Сахалина и Южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей. – 1959. – Вып. 6. – С. 162-172.
7. Смирнова, Л. И. Фитопланктон Охотского моря и прикурильского района / Тр. ИО АН СССР. – 1959. – Т. 30. – С. 3-51.
8. Рура, А. Д. Фитопланктон прибрежных вод Южного Сахалина / Исслед. фауны морей. – 1985. – Т. 30. – С. 69-71.
9. Селина, М.С. Дополнение к флоре микроводорослей планктона Охотского моря / М.С. Селина, Т.Ю. Орлова // Ботан. журн. – 2001. – Т. 86, № 9. – С. 28-32.
10. Орлова, Т.Ю. Видовой состав фитопланктона прибрежных вод о-ва Сахалин / Т.Ю. Орлова, М.С. Селина, И.В. Стоник // Биол. моря. – 2004. – Т. 30, № 2. – С. 96-104.
11. Селина, М. С. Сезонная и межгодовая изменчивость видового состава фитопланктона залива Анива Охотского моря / М.С. Селина, И.В. Стоник, Г.А. Кантаков, Т.Ю. Орлова // Тр. СахНИРО. – 2005. – Т. 7. – С. 179-196.
12. Кантаков, Г.А. Адвекция, вертикальная устойчивость вод и особенности пространственно-временного распределения фитопланктона в заливе Анива Охотского моря в 2001-2003 гг. / Г.А. Кантаков, И.В. Стоник, М.С. Селина, Т.Ю. Орлова // Тр. СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 295-324.

13. Орлова, Т.Ю. Фитопланктон прибрежных вод острова Сахалин и потенциально токсичные виды в его составе / Т.Ю. Орлова, М.С. Селина, И.В. Стоник, Т.В. Морозова, О.Г. Шевченко. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 233-263.
14. Федоров, В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: МГУ, 1979. – 168 с.
15. Коновалова Г.В. Структура планктонного фитоценоза залива Восток Японского моря // Биол. моря. – 1984. – № 1. – С. 13-23.
16. Сорокин, Ю.И. Первичная продукция в Охотском море. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 103-110.
17. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России. – Владивосток, 2001. – 580 с.
18. Коновалова, Г.В. Морфология трех видов *Alexandrium* (Dinophyta) из прибрежных вод Восточной Камчатки // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74, № 10. – С. 1401-1409.
19. Коновалова, Г.В. «Красные приливы» в дальневосточных морях России и прилегающих акваториях Тихого океана (обзор) // Альгология. – 1992. – Т. 2, № 4. С. 87-93.
20. Orlova, T.Y. Harmful algal blooms on the eastern coast of Russia / T.Y. Orlova, G.V. Konovalova, I.V. Stonik, M.S. Selina, T.V. Morozova, O.G. Shevchenko // PICES Scientific Report. – 2002b. - № 23. – P. 47-73.
21. Subba Rao, D.V., Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture / D.V. Subba Rao, M.A. Quilliam, R.Can. Pocklington // J. Fish. Aquat. Sci. – 1988. – Vol. 45, № 12. – P. 2076-2079.
22. Lee, J.-S. Determination of diarrhetic toxins in various dinoflagellate species / J.-S. Lee, T. Igarashi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard, T. Yasumoto // J. Appl. Phycol. – 1989. – Vol. 1. – P. 147-152.
23. Paz, B. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview / B. Paz, A.H. Daranas, M. Norte, P. Riobó, J.M. Franco, J.J. Fernández // Mar. Drugs. – 2008. – Vol. 6. – P. 73-102.

Сведения об авторах: Шевченко Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, e-mail: 713553@mail.ru;

Пономарева Анна Андреевна, лаборант, e-mail: anna_andreevna7@mail.ru.