

СООБЩЕНИЯ

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ МОРСКИХ ТЕРРАС
АРХИПЕЛАГА ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА© 2019 г. Д. С. Мосеев^{1,*}, Л. А. Сергиенко^{2,**},
Е. Ю. Кузьмина^{3,***}, А. В. Сони́на², А. А. Зорина²¹ Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН
Нахимовский пр., 36, Москва, 117997, Россия² Петрозаводский государственный университет, Институт биологии, экологии и агротехнологий
ул. Ленина, д.33, Петрозаводск, 185910, Россия³ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия

*e-mail: viking029@yandex.ru

**e-mail: saltmarsh@mail.ru

***e-mail: kuzminaeyu@binran.ru

Поступила в редакцию 14.02.2019 г.

После доработки 09.09.2019 г.

Принята к публикации 10.09.2019 г.

В статье представлены данные о растительности морских террас архипелага Земля Франца-Иосифа, полученные в ходе экспедиции “Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2016”: Гукера, Джексона, Ева-Лив, Кейна, Хейса, Алджера, Земля Георга, Мейбел, Белл, Сальм, Ли-Смита, Этеридж большой. На трех последних островах исследования флоры и растительности проведены впервые. Приведен видовой состав сосудистых растений, мхов, лишайников и структура сообществ для 15 типов местообитаний, дифференцированных по структуре мезорельефа берегов и механическому составу почвогрунтов. Даны интегрированные схемы экологических рядов для абразионных и аккумулятивных террас о. Гукера и о. Кейна. Отмечены новые виды мхов и сосудистых растений.

Ключевые слова: местообитание, растительность, сообщества, Земля Франца-Иосифа

DOI: 10.1134/S0006813619090096

Земля Франца-Иосифа – самая северная островная суша Евразии, расположенная на окраине материкового шельфа Баренцева моря. Расстояние от мыса Флигели на о. Рудольфа с координатами 81°50'35" с.ш., 59°14'22" в.д. до Северного полюса составляет около 900 км (Govorukha, 1970). В составе архипелага находится 192 острова общей площадью около 16 тыс. кв. км. В широтном направлении архипелаг простирается от 79° с.ш. до 82° с.ш., в долготном направлении – от 45° до 66° в.д.

Рельеф островов преимущественно низкогорный (максимальные абсолютные высотные отметки от 606 до 670 м), слабо расчлененный. Основные элементы рельефа – базальтовые плато с высотами от 50 до 300 м, эрозионно-денудационные равнины с волнисто-грядовым рельефом. В нижних частях склонов плато выработаны морские абразионные и абразионно-аккумулятивные террасы высотой до 30–35 м. В позднем голоцене архипелаг испытал довольно интенсивное поднятие, сопровождавшееся тектоническими движениями. Чехол рыхлых четвертичных отложений, в целом, маломощный (0.5–3 м) (Govorukha, 1970).

Архипелаг расположен в арктическом климатическом поясе. Средняя температура самого теплого месяца года – июля – здесь составляет $+0.7^{\circ}\text{C}$, августа – $+0.1^{\circ}\text{C}$. Безморозный период отсутствует (Djenuk, 2014). Вегетационный период короткий и длится около двух месяцев (июль-август).

Гидрографическая сеть архипелага представлена, в основном, небольшими ручьями и озерами ледникового происхождения. Площадь ледникового покрова составляет 85% от площади островов (Grosvald, 1973). В летний период на островах получает развитие поверхностный сток ледников и снежников.

Субстрат преимущественно с высоким содержанием щебня, часто каменистый. Почвы серогумусовые мерзлотные, серогумусовые перегнойно-грубогумусированные, псаммоземы глееватые мерзлотные и криотурбированные мерзлотные, литоземы грубогумусированные, криоземы глееватые, пелоземы перегнойные криотурбированные. В условиях сурового климата, наличия вечной мерзлоты, процессы почвообразования на архипелаге идут очень слабо, с примитивным строением профиля, что характерно для всей тундровой зоны (Goguchkin, 2010; 2017).

По флористическому районированию Земля Франца-Иосифа относится к Свальбардской подпровинции Европейско-Западносибирской (Ненецкой) провинции высокоарктических тундр (Yurtsev et al., 1978). На архипелаге происходит перекрытие ареалов западных и восточных элементов флоры данной провинции.

По геоботаническому районированию архипелаг одними исследователями (Aleksandrova, 1981; Matveeva et al., 2015) выделяется в особую зону полярных пустынь, другими – рассматривается как полярная подзона тундровой зоны (Zones and type of altitudinal zonation..., 1999a, б; Safronova, Yurkovskaya, 2015).

В настоящее время для архипелага известно более 50 видов сосудистых растений (Fisher, 1896; Palibin, 1906; Tolmachyov, 1931; Hanssen, Lid, 1932; Tolmachyov, Shukhtina 1974; Safronova, 1983; Sekretareva, 2004; Kuliev, 2013; Churakova et al., 2014; Moseev, Sergiyenko, 2017). Первые данные о растительных сообществах архипелага можно найти в работах В.Д. Александровой для северной части о. Земля Александры (Aleksandrova, 1977; 1981), И.Н. Сафроновой (Safronova, 1983; 1986; Safronova, Glazovsky, 1995) для островов Гукера и Мейбел, А.М. Одаз для о. Гукера (Odaz, 1993).

Ведущее значение в формировании растительного покрова архипелага, как и во всей тундровой зоне, имеют мхи и лишайники, видовой состав которых включает 124 (Savich, 1932, 1936; Chernyadjeva, 1992; Chernyadjeva et al. 2015; Moseev et al., 2018) и 229 видов соответственно (Elenkina, Savich; 1912; Halonen et al., 2009; Zhurbenko, 2009; Koporeva et al, 2019). Нами впервые собраны 9 видов мхов: *Calliargon megalophyllum* Mikut, *C. richardsonii* (Mitt.) Kindb., *Campylium protensum* (Brid.) Kindb., *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber et D. Mohr, *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *D. polygamus* (Bruch, Schimp. et W. Gümbel) Hedenäs, *Sciuro-hypnum plumosum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen, *Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs., *Syntrichia norvegica* F. Weber (Moseev et al., 2018), на о. Сальм, где геоботанические исследования проводились впервые, собран новый вид цветковых растений – *Saxifraga svalbardensis* (Gavrilo et al., 2016, Moseev, Sergiyenko, 2017).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На архипелаге исследованиями в ходе комплексной научно-краеведческой экспедиции “Открытый океан: Архипелаги Арктики – 2016” (О2А2-2016) были охвачены следующие острова: Гукера (мыс Седова), Джексона (мыс Норвегия), Ева-Лив (мыс Клов), Кейна (северо-западное побережье), Хейса (район полярной станции им. Э.Т. Кренкеля и мыс Останцовый на юге острова), Алджер (мыс Подгорный), Сальма (южное побережье), Ли-Смита (мыс Виттенбурга), Этеридж большой, Мейбел (Мыс Конрада), Земля Георга (побережье залива Грея), Белл (рис. 1).

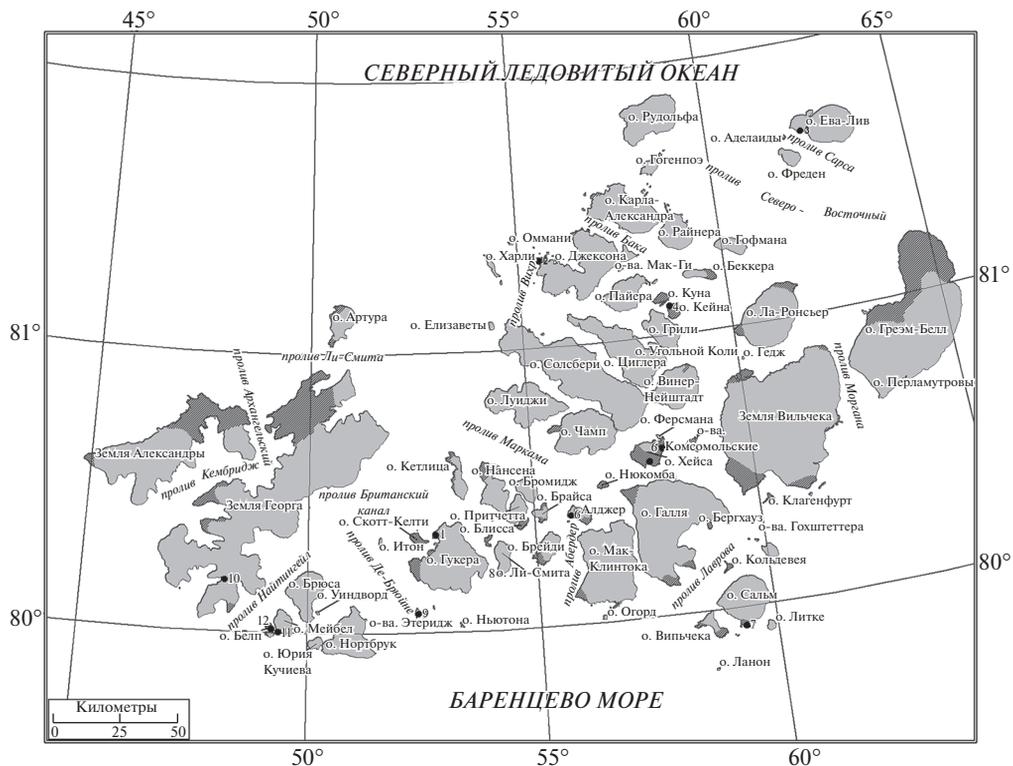


Рис. 1. Карта архипелага Земля Франца-Иосифа.

Штрихом обозначена территория островов, свободная от ледников.

Fig. 1. Map of the Franz Josef Land Archipelago.

The area free of glaciers is hatched.

На двух островах – Гукера и Кейна – были проложены геоботанические профили от береговой линии моря по направлению к коренному берегу, т.е. по градиенту “море–суша”. Ширина профилей составляла три метра, протяженность – около 1.5 км на о. Кейна и 300 м на о. Гукера. На профилях описывались пробные площадки размером $3 \times 3 \text{ м}^2$ в пределах фитоценозов. На островах Алджера, Мейбел и Этеридж большой закладывались выборочные пробные площадки размером $3 \times 3 \text{ м}^2$, на островах Сальм и Ли-Смита – размером $1 \times 2 \text{ м}^2$. Небольшой размер площадок связан с небольшими размерами фитоценозов. На каждой пробной площадке проводилось полное геоботаническое описание с фиксацией координат с помощью спутникового навигатора (GPS) *Garmin 62s*.

Объем и названия таксонов сосудистых растений даются в соответствии с международной специализированной базой данных “The plant list” (дата обращения 03.12.18), с учетом изменений, зафиксированных в международном указателе научных названий растений (IPNI). Названия видов мхов даны в соответствии со “Списком мхов Восточной Европы и Северной Азии” (Ignatov, Afonina, Ignatova et al., 2006). Названия видов лишайников приведены в соответствии со “Списком лишайнофлоры России” (Spisok, 2010).

В нашей работе мы следуем принципам классификации местообитаний, предложенным карельскими геоботаниками (Kryshen', Polevoi, 2007).

Для островов архипелага очень характерны базальтовые плато с крутыми склонами, но мы описывали растительность только на морских террасах. На террасах мы выделяем следующие типы местообитаний: 1) переувлажненные местообитания абразионных морских террас, 2) сухие и слабо увлажненные местообитания абразионных морских террас, 3) минеральные болота, 4) заболоченные микродепрессии на аккумулятивных террасах, 5) бугры пучения на приморских аккумулятивных террасах, 6) низкие бугры пучения на берегах ледниковых озер в антропогенных местообитаниях, 7) супесчаные берега лагунных озер, 8) русла ледниковых ручьев, 9) прибрежные акватории ледниковых озер, 10) полигональные моренные равнины с эрозийным расчленением, 11) сухие местообитания каменистых россыпей, 12) вершины и склоны моренных холмов, 13) песчаные и галечно-песчаные пляжи, 14) береговые валы в зоне импัลверизации морских брызг, 15) прибрежные моренные гряды ("языки морен").

Дать общую характеристику местообитаниям Земли Франца-Иосифа с помощью минимального числа неких расчетных признаков позволяет метод главных компонент. Для более эффективного сопоставления факторных нагрузок было проведено их нормирование – в каждой компоненте по отдельности все нагрузки поделены на модуль максимального значения. Относительная величина позволяет применить простой критерий оценки достоверности отличия от нуля, для этого она должна быть по модулю больше 0.7 (Ivanter, Korosov, 2003).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Абразионные морские террасы с разным механическим составом грунтов и увлажнением на ЗФИ отмечаются для большинства относительно крупных островов (табл. 1). Наши исследования морских террас различного генезиса были проведены на островах Гукера, Джексона, Алджера. На островах, как правило, бывает несколько морских террас (обычно 2–3). Первая морская терраса летом периодически подвергается влиянию морских брызг. Растительные сообщества этих местообитаний отличаются по видовому составу и структуре в зависимости от типа грунта и степени увлажнения. Распространены травяно-мохово-лишайниковые, травяно-моховые, ивково-мохово-травяные высокоарктические тундры, с общим проективным покрытием до 60–80% (Safronova, 1986).

1. Переувлажненные местообитания морских террас. Растительность лучше развита на участках террас с выраженным стоком талых вод под осыпными склонами коренных берегов, вдоль ручьев, где летом хорошо выражен сток тающих снежников и ледников. Здесь формируются мохово-травяные сообщества. Число видов сосудистых растений в описаниях – 8–16, мхов – 2–8, лишайников – 1–3. Проективное покрытие сосудистых растений – 15–30%, лидирующее положение занимает моховый покров с покрытием 20–60%. На суглинистых грунтах с примесью щебня, обычными доминирующими видами среди сосудистых растений являются *Alopecurus magellanicus*, *Dupontia fisheri* и *Juncus biglumis*. Реже встречаются *Poa alpigena*, *P. arctica*, *P. abbreviata*, *Lusula nivalis*. Типичны *Saxifraga cernua*, *S. cespitosa*, *S. hyperborea*, *S. nivalis*. Сосудистые растения в таких сообществах сочетаются с мхами: *Andrea rupestris*, *Bryum cryophillum*, *Brachythecium cirrosum*, *Ditrichum flexicaule*, *Meesia triquetra*, *Sanionia uncinata*, *Timmia austriaca*.

Лишайники представлены: *Cetraria islandica*, *Thamnolia vermicularis*, *Flavocetraria nivalis*, *Stereocaulon glareosum*.

2. Сухие и слабо увлажненные местообитания морских террас. На некоторых участках морских террас небольшие временные водотоки, образующиеся от талых снежников летом, пересыхают и суглинисто-щебнистые грунты здесь увлажнены слабее. В таких

Таблица 1. Продолжение

Остров/Island	Гукера/Hooker	Джексона/Jackson	1*	Гукера/Hooker	2*	Алджера/Alger	Гукера/Hooker	3*
Координаты Coordinates	80°20'14.0"N 52°48'10.3"E	81.2007N 55.5608E		80°20'16.5"N 52°48'07.9"E		80°22'48.3"N 55°50'14.2"E	80°20'37.6"N 52°47'02.6"E	
Местообитание Habitat	<p>Сухие и слабо увлажненные местообитания морских террас со щебнисто-су-песчаными и щебнисто-суглинистыми грунтами/Dry and poorly watered habitats of marine terraces on gravelly sandy loam and gravelly loam soils</p> <p>Переувлажненные местообитания морских террас на щебнисто-суглинистых грунтах Waterlogged habitats of marine terraces on gravelly loam soils</p> <p>Минеральные болота Mineral mires</p>							
<i>P. colpodea</i>	3			+			1	
<i>P. arctica</i>								
<i>P. vivipara</i>	2	5	5					+
<i>Juncus biglumis</i>					10	5		
<i>Lucula confusa</i>		4	5	1				
<i>L. nivalis</i>			1	+		5		+
<i>Salix polaris</i>	5	10		2	2	5		
<i>Cerastium arcticum</i>		1		2	3	5		
<i>C. regelii</i>				1	3	2	3	2
<i>Stellaria longipes</i>	2			1		2	4	
<i>S. crassipes</i>								
<i>Ranunculus sulphureus</i>				+		1	+	+
<i>Papaver polare</i>		1		+	1	+		
<i>Cardamine bellidifolia</i>	+	2	3	1				
<i>Cochlearia groenlandica</i>	2	2		3	2	2		
<i>Draba micropetala</i>		+						
<i>Saxifraga cernua</i>				3	3	2	3	
<i>S. cespitosa</i>	2	5		1	1	5		
<i>S. platysepala</i>		+	1	1		+		
<i>S. hyperborea</i>		1		1				
<i>S. rivularis</i>					+			

местообитаниях формируются, в основном, лишайниково-злаковые и ивово-травяно-мохово-лишайниковые сообщества с проективным покрытием сосудистых растений — 10–35%, мхов — 10–15%, лишайников — 5–15%. Число видов сосудистых растений в описаниях — 4–17, мхов — 1–7, лишайников — 1–2. Доминантами и субдоминантами в составе сосудистых растений выступают преимущественно мезофильные виды злаков: *Poa alpigena*, *P. arctica* и стелющийся кустарничек *Salix polaris*. Встречаются различные виды камнеломок, среди которых доминируют *Saxifraga oppositifolia*, *S. cespitosa*. Получают развитие некоторые виды разнотравья: *Cochlearia groenlandica*, *Cerastium regelii*, *Lusula confusa*.

На о. Джексона на суглинистых почвах отмечены группировки с доминированием *Saxifraga platysepala*.

Моховой покров в слабо увлажненных местообитаниях значительно уступает по величине покрытия моховому покрову во влажных местообитаниях. В его составе встречаются *Andrea rupestris*, *Brachythecium cirrosum*, *Drepanocladus polygamus*, *Sciuro-hypnum plumosum*, *Timmia austriaca*.

Лишайники в основном представлены видами *Cetraria islandica*, *C. nigricans* Nyl., *Flavocetraria nivalis*. На террасах острова Гукера также встречаются *Cladonia pyxidata*, *Stereocaulon alpinum*, *Cetrariella delisei* (Сафронова, 1986).

Экологический ряд на морских террасах о. Гукера отражает характерное чередование сообществ в местообитаниях, отличающихся увлажнением и типом грунтов (рис. 2).

Слабо увлажненные местообитания первой и второй террас занимают сообщества *Salix polaris* + *Poa arctica* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga oppositifolia* + *Brachythecium cirrosum* и *Poa alpigena* + *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa* + *Drepanocladus arcticus*. На влажных бровках и уступах третьей террасы формируются сообщества *Alopecurus magellanicus* + *Saxifraga cernua* + *Bryum cryophilum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum* и сообщества (с существенно меньшим обилием *Alopecurus magellanicus*) *Bryum cryophilum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum* + *Alopecurus magellanicus*.

3. Минеральные болота (табл. 1). Данный тип экотопов выделен для островов Гукера и Джексона, но, по-видимому, основанием для выделения таких экотопов, как самостоятельных, служит сочетание признаков абиотической и биотической среды: торфянистые грунты, высокая степень минерализации почвы, застойное переувлажнение, обеспечиваемое подтоком талых вод (табл. 1).

Число видов мхов в описаниях — 3–6, сосудистых растений — 2–7. В растительном покрове болот основным отличительным признаком является выраженное доминирование мхов, на о. Гукера представленными видами *Ditrichum flexicaule*, *Meesia triquetra*, *Sanionia uncinata*, *Tomentypnum nitens*, *Warnstorfia sarmentosa*. Проективное покрытие мохового яруса здесь достигает 95% при низком покрытии (5–10%) сосудистых растений, среди которых обычны *Alopecurus magellanicus*, *Ranunculus hyperboreus*. На о. Гукера встречаются *Poa arctica*, *Potentilla hyparctica*, а на о. Джексона также *Poa colpodea*.

4. Заболоченные микродепрессии аккумулятивных террас, исследованы на о. Кейна (табл. 2). Грунты микродепрессий — суглинистые, очень увлажнены стоком талых вод снежников, покрывающих склоны у подножий моренных холмов, и подтоком мерзлоты.

В микродепрессиях, ввиду переувлажнения субстрата, отчетливо выражено доминирование мхов (число видов — 1–6). Их видовой состав представлен *Aulacomnium turgidum*, *Orthothecium chryseon*, *Bryum cryophilum*, *Drepanocladus arcticus*, *Warnstorfia sarmentosa*, *Scorpidium revolvens*, *Campylium protensum*. Моховой покров сплошной или с пятнами голого грунта с покрытием 40–90%. Покрытие сосудистых растений небольшое — 1–10%, число их видов — 1–7, обычны гигрофильные виды — *Phippsia algida*, *Saxifraga cernua*.

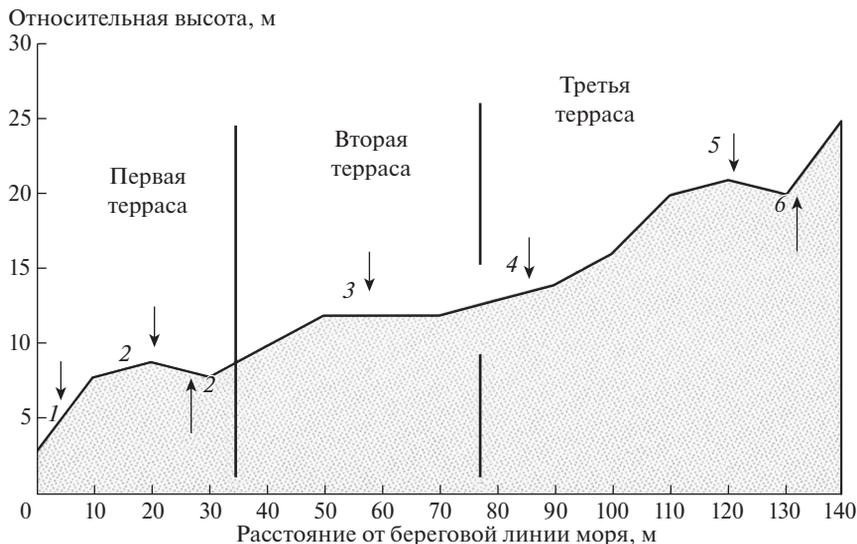


Рис. 2. Схема экологического ряда сообществ на абразионной морской террасе на о. Гукера.

Стрелки на рисунке – расположение сообществ на террасе.

Цифрами на схеме обозначены сообщества: 1 – *Phippsia algida* + *Sanionia uncinata*, 2 – *Salix polaris* + *Poa arctica* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga oppositifolia* + *Brachythecium cirrosum*, 3 – *Poa alpigena* + *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa* + *Drepanocladus arcticus*, 4 – *Salix polaris* + *Saxifraga oppositifolia* + *Brachythecium cirrosum* + *Sanionia uncinata*, 5 – *Alopecurus magellanicus* + *Saxifraga cernua* + *Bryum cryophillum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum*, 6 – *Bryum cryophillum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum* + *Alopecurus magellanicus*.

Fig. 2. Scheme of the ecological series of communities on abrasion marine terrace in Hooker Island.

Locations of the communities on the terrace are shown by arrows.

The numbers in the diagram refer to the communities: 1 – *Phippsia algida* + *Sanionia uncinata*, 2 – *Salix polaris* + *Poa arctica* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga oppositifolia* + *Brachythecium cirrosum*, 3 – *Poa alpigena* + *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa* + *Drepanocladus arcticus*, 4 – *Salix polaris* + *Saxifraga oppositifolia* + *Brachythecium cirrosum* + *Sanionia uncinata*, 5 – *Alopecurus magellanicus* + *Saxifraga cernua* + *Bryum cryophillum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum*, 6 – *Bryum cryophillum* + *Sanionia uncinata* + *Brachythecium cirrosum* + *Alopecurus magellanicus*.

Микродепрессии рядом с береговой линией моря заняты группировками из *Phippsia algida*, развивающимися на суглинках, которые сменяются разреженными сообществами бугров *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa*. На удалении от моря в микродепрессиях представлены сообщества *Aulacomnium turgidum* + *Orthothecium chryseon* + *Warnstorfia sarmantosa* + *Phippsia algida*, которые развиваются на переувлажненных суглинистых грунтах (рис. 3).

5. Бугры пучения аккумулятивных террас. Растительный покров аккумулятивных террас подробно исследован на островах Кейна и Мейбел (табл. 2). Аккумулятивная терраса на о. Кейна представляет собой низкую равнину с микродепрессиями, заболоченными подтоком талых вод, чередующимися с немного возвышающимися над ними буграми пучения, что обуславливает неоднородный характер растительности. Вдоль береговой линии моря терраса ограничивается нешироким галечно-гравийным пляжем и на удалении от береговой линии замыкается моренными холмами и абразионными склонами коренного берега. Поверхность террасы дренирована ледниковыми ручьями и многочисленными временными водотоками.

Таблица 2. Окончание

Остров/Island	Кейна/Kane		Мейбел/Mabel		Кейна/Kane		Кейна/Kane		Хейса/Heiss
Координаты Coordinates	81°05'27.3"N 58°31'50.6"N		80°01'01.6"N 49°22'44.4"E		81°05'26.2"N 58°31'19.3"N			80°37'27.1"N 58°03'18.0"E	
Местообитание Habitat	Бугры пучения аккумулятивных террас на щебнисто-суглинистых и щебнисто-торфянистых грунтах Pingsos on accumulative terraces on gravelly loamy and gravelly peaty soils		Заболоченные микродепрессии с увлажненными суглинистыми грунтами Wetland microdepressions with moist loamy soils				Бугры пучения в антропогенных местообитаниях Pingsos in anthropogenic habitats		
<i>D. arcticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campylyum protensum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudocalliergon turgescens</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bartramia illyphylla</i>	2	2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia cruda</i>	5	2	5	2	.	.	.	.	.
<i>Climacium dendroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanionia uncinata</i>	.	.	.	.	5	2	.	.	.
<i>Brachythecium cirrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Drepanocladus polygamus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergon richardsonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syntrichia norvegica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>S. ruralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Лишайники/Lichens									
<i>Flavocetraria cucullata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>F. nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria nigricans</i>	.	5	1	.	.	.	.	.	.
<i>Stereocaulon revulorum</i>	.	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gowardia nigricans</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.

Примечание. * – бугор пучения на берегах ледниковых озер с суглинисто-каменными грунтами.
Note. * – pingsos on the shores of glacial lakes with loamy stony grounds.

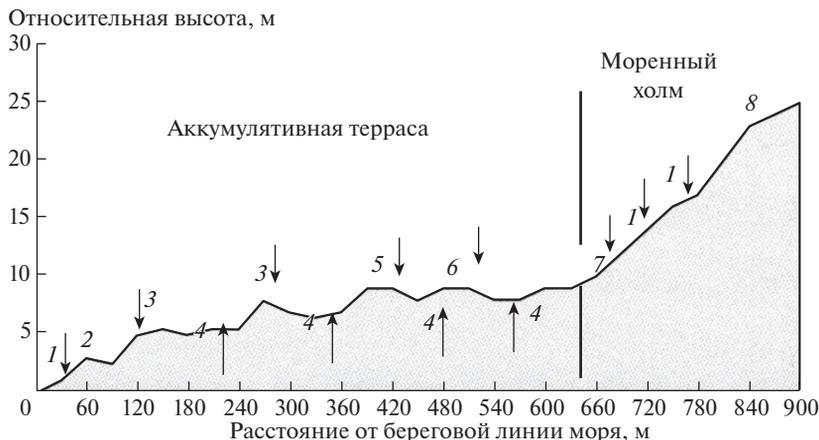


Рис. 3. Схема экологического ряда сообществ аккумулятивной террасы на о. Кейна.

Стрелки на рисунке – расположение сообщества на террасе.

Цифрами на схеме обозначены сообщества: 1 – *Phippsia algida*, 2 – *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa*, 3 – *Papaver polare* + *Saxifraga cespitosa* + *Pohlia cruda*, 4 – *Aulacomnium turgidum* + *Orthothecium chryseum* + *Warnstorfia sarmentosa* + *Phippsia algida*, 5 – *Phippsia algida* + *Cerastium regelii* + *Bartramia ithyphylla* + *Papaver polare*, 6 – *Stellaria longipes* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga hyperborea*, 7 – *Phippsia algida* + *Poa abbreviata* + *Saxifraga cernua* + *Scorpidium revolvens*, 8 – *Papaver polare*.

Fig. 3. Scheme of the ecological series of communities on accumulative terrace in Kane Island.

Locations of the communities on the terrace are shown by arrows.

The numbers in the diagram refer to the communities: 1 – *Phippsia algida*, 2 – *Phippsia algida* + *Saxifraga cespitosa*, 3 – *Papaver polare* + *Saxifraga cespitosa* + *Pohlia cruda*, 4 – *Aulacomnium turgidum* + *Orthothecium chryseum* + *Warnstorfia sarmentosa* + *Phippsia algida*, 5 – *Phippsia algida* + *Cerastium regelii* + *Bartramia ithyphylla* + *Papaver polare*, 6 – *Stellaria longipes* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga hyperborea*, 7 – *Phippsia algida* + *Poa abbreviata* + *Saxifraga cernua* + *Scorpidium revolvens*, 8 – *Papaver polare*.

Бугры пучения сложены торфянисто-суглинистыми грунтами с примесью щебня и представляют собой выпуклые образования микрорельефа, образующиеся в результате воздействия мерзлотных процессов.

На слабо увлажненных буграх пучения формируются травяно-мохово-лишайниковые сообщества с проективным покрытием сосудистых растений 10–20%, мхов – 5–10%, лишайников – 5–10%. Число видов сосудистых растений в описаниях – 3–13, мхов – 1–4, лишайников – 1–3.

Основными доминирующими видами здесь являются *Papaver polare* и *Phippsia algida*. Встречаются *Cerastium regelii*, *C. arcticum*, *Stellaria crassipes*, различные виды камнеломок – *Saxifraga cespitosa*, *S. hyperborea*, *S. oppositifolia*, *S. rivularis*. В составе мхов доминируют *Bartramia ithyphylla*, *Pohlia cruda*. В составе видов лишенобиоты встречаются *Cetraria nigricans*, *Flavocetraria cucullata*, *Stereocaulon revolorum*.

На удалении от береговой линии моря на буграх формируются такие травяно-мохово-лишайниковые сообщества, как: *Papaver polare* + *Saxifraga cespitosa* + *Pohlia cruda*, *Papaver polare* + *Phippsia algida* + *Cerastium regelii* + *Bartramia ithyphylla* и сообщества с незначительным участием *Papaver polare* – *Phippsia algida* + *Cerastium regelii* + *Bartramia ithyphylla* (+ *Papaver polare*), а ближе к склонам моренных холмов – *Stellaria longipes* + *Saxifraga cespitosa* + *Saxifraga hyperborea*. У подножья холма на суглинистых слабо увлажненных грунтах встречено сообщество *Phippsia algida* + *Poa abbreviata* + *Saxifraga cernua* + *Scorpidium revolvens* (рис. 3).

Аккумулятивная терраса о. Мейбел (мыс Конрада) представлена приморской равниной у береговой линии моря, замыкающейся галечными и галечно-песчаными пляжами с серией галечных береговых валов. В отличие от о. Кейна растительность здесь развита лучше.

На слабо увлажненных буграх пучения о. Мейбел развиты травяно-мохово-лишайниковые сообщества. Проективное покрытие сосудистых растений – 15–20%, мхов – до 10%. Число видов сосудистых растений – 3–11, мхов – 1–2, лишайников – 1–3. В состав сообществ входят *Cochlearia groenlandica*, *Deschampsia brevifolia*, *Dupontia fisheri*, *Lusula nivalis*, *Poa alpigena*, *P. arctica*, *Phippsia algida*, *Saxifraga cespitosa* subsp. *exaratooides*, *Saxifraga hyperborea*. В составе мхов отмечены *Calliargon richardsonii*, *Brachythecium cirrosum*. Обильны злаки *Poa alpigena*, *P. arctica*.

На буграх пучения по берегам ледниковых озер и ручьев острова проективное покрытие сосудистых растений в травяно-мохово-лишайниковых сообществах – 30%, мхов – 5%, лишайников – 10%. В таких сообществах обилён *Alopecurus magellanicus*, реже встречаются *Dupontia fisheri*, *Lusula nivalis*, *Phippsia algida*, *Poa colpodea*, *P. abbreviata*, *Ranunculus sulphureus*, *Saxifraga cernua*, *S. nivalis*, *S. hyperborea*. Мхи представлены: *Climacium dendroides*, *Brachythecium cirrosum*, *Bryum cryophilum*, *Drepanocladus arcticus*, *Plagiomnium ellipticum*, *Sanionia uncinata*. В составе лишайников обычны *Gowardia nigricans*, *Flavocetraria nivalis*, *F. cucullata*, *Cetraria nigricans*.

6. Низкие бугры пучения на берегах ледниковых озер в антропогенном местообитании (табл. 2). Этот тип местообитаний выделен для берега оз. Космическое на о. Хейса, в черте полярной станции им. Э.Т. Кренкеля. Местообитания являются частично антропогенно нарушенными, но по видовому составу и структуре эти растительные группировки практически не отличаются от естественных. Грунты торфянистые с примесью щебня, сходные по механическому составу с грунтами бугров аккумулятивных террас на островах Кейна и Мейбел.

Растительность представлена лишайниково-травяно-моховыми сообществами со слабой степенью сомкнутости. В описаниях отмечено 4–10 видов сосудистых растений, 1–3 вида мхов. Проективное покрытие сосудистых растений – 10–25%, мхов – 5–15%, лишайников – до 10%. Из сосудистых растений доминируют *Cerastium regelii*, *Saxifraga rivularis*, *Stellaria longipes*, *Cochlearia groenlandica*, *Papaver polare*. Мхи представлены *Drepanocladus aduncus*, *Syntrichia ruralis*, *S. norvegica*, причем, *Drepanocladus aduncus* и *Syntrichia norvegica* впервые отмечены на архипелаге (Moseev et al., 2018).

7. Супесчаные берега лагунных озер (табл. 3). Этот тип местообитаний выделен для о. Мейбел (мыс Конрада). В береговом рельефе мыса Конрада значительные площади занимают пресноводные лагунообразные озера, соединенные ручьями с акваторией моря, которые по градиенту к суше сменяются базальтовыми обрывами. Берега озер, обращенные к морю, сложены, в основном, рыхлыми песчано-галечными грунтами. Берега, обращенные к обрывам, сложены супесчаными грунтами с примесью гальки и гравия.

Растительный покров представлен группировками сосудистых растений, мхов и накипных лишайников, с проективным покрытием сосудистых растений 15–20%. Число видов сосудистых растений – 6–10. В составе сообществ обильны *Cochlearia groenlandica*, *Saxifraga oppositifolia*; менее обильны: *Cerastium arcticum*, *C. regelii*, *Saxifraga cernua*, *S. cespitosa*, *S. oppositifolia*. С небольшим обилием участвуют: *Alopecurus magellanicus*, *Dupontia fisheri*, *Papaver polare*, *Saxifraga exaratooides*. Мхи представлены, в основном, *Calliargon richardsonii* и *Brachythecium cirrosum*.

8. Русла ледниковых ручьев (табл. 3). Ручьи обычны на всех островах Земли Франца-Иосифа. Они, в основном, имеют ледниковое происхождение, многие являются временными водотоками и образуются в период активного таяния ледников и снежников. Зимой даже сравнительно крупные ручьи архипелага перемерзают. Общее проективное покрытие в руслах ручьев – 15–25%, число видов в описаниях – 2–3. На или-

Таблица 3. Геоботанические описания растительных группировок на берегах лагунных озер и в руслах ледниковых ручьев и прибрежьях озер
Table 3. Relevés of communities on the shores of lagoon lakes and in the beds of glacial streams and lake shores

Остров/Island	Мейбел/Mabel					Сальм/Salm			
	80°01'41.3"N"/49°20'10.9"E	80°01'00.9"N"/49°22'33.3"E	80°01'00.9"N"/49°22'33.3"E				79°55'52.5"N"/59°25'25.1"E		
Координаты/Coordinate									
Местообитание Habitat	Супесчаные берега лагунных озер Loamy sandy shores of lagoon lakes		Русла ручьев с каменисто-глинистыми грунтами/Stream beds with stony clayey soils			Прибрежья озер Lake shores			
ППП сосудистых растений, % Projective cover of vascular plants, %	20	15	15	25	15	20	.	.	
ПП мхов, %/ Projective cover of mosses, %	1	1	-	5	5	5	15	20	
Число видов сосудистых растений Number of vascular plant species	1	1	1	.	.	.	1	1	
Число видов мхов/ Number of moss species	1	2	3	4	5	6	7	8	
Число видов лишайников Number of lichen species	185 M	186 M	187 M	179 M	180 M	191 M	144 C	145 C	
Сосудистые растения Vascular plants									
<i>Alopecurus magellanicus</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	
<i>Deschampsia brevifolia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Duportia fisheri</i>	1	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Phippsia algida</i>	.	2	2	.	.	.	.	.
<i>Poa alpigena</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>P. colpodea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>P. arctica</i>	1	+	1	.	.	.	.	.
<i>Pleurogogon sabinii</i>	.	.	.	25	15	20	.	.	
<i>Lusula nivalis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.

Таблица 3. Окончание

Остров/Island	Мейбел/Mabel			Сальм/Salm
	80°01'41.3"N"/49°20'10.9"E	80°01'00.9"N"/49°22'33.3"E	79°55'52.5"N"/59°25'25.1"E	
Координаты/Coordinate	80°01'41.3"N"/49°20'10.9"E	80°01'00.9"N"/49°22'33.3"E	79°55'52.5"N"/59°25'25.1"E	
Местообитание Habitat	Супесчаные берега лагунных озер Loamy sandy shores of lagoon lakes			Прибрежья озер Lake shores
<i>Stellaria longipes</i>	.	1	.	.
<i>Papaver polare</i>	1	+	.	.
<i>Cardamine bellidifolia</i>	+	.	.	.
<i>Cochlearia groenlandica</i>	5	10	5	.
<i>Draba micropetala</i>	+	.	.	.
<i>Saxifraga cernua</i>	+	.	.	.
<i>S. cespitosa</i>	3	.	2	.
<i>S. exaratooides</i>	.	1	.	.
<i>S. nivalis</i>	1	+	.	.
<i>S. oppositifolia</i>	5	.	5	.
			Мхи Mosses	
<i>Warnstorfia sarmentosa</i>	.	.	.	15
<i>Calliergon richardsonii</i>	1	.	+	.
<i>Brachythecium cirrosium</i>	.	1	.	.
				20

сто-каменистых грунтах ледникового ручья, протекающего по аккумулятивной террасе о. Мейбел, развиты сообщества с доминированием гидрофильного злака *Pleuropogon sabinii*. Такие же сообщества отмечены и для ручьев на о. Гукера (Safronova, 1986).

9. **Прибрежные акватории ледниковых озер** (табл. 3). Выделены нами для островов Сальма и Ли-Смита, где ледниковые озера расположены на моренной каменной террасе, низко лежащей над береговой линией моря. На илисто-каменистых грунтах отмечены группировки *Warnstorfia sarmentosa*, который на архипелаге, по-видимому, является основным видом водных мхов.

10. **Полигональные моренные равнины с эрозионным расчленением** (табл. 4). Эти экотопы исследованы на островах Этеридж большой и Ева-Лив. Покрытие сосудистых растений и мхов не превышает 2%, лишайников – 5%. Число видов сосудистых растений – 1, мхов – 1–2. Выровненные полигоны равнин, состоящие из гальки и гравия, практически лишены растительности, лишь местами на камнях развит покров из накипных лишайников. В мерзлотных трещинах, разделяющих полигоны, происходит накопление мелкозема, способствующего развитию растений. На о. Этеридж, в трещинах формируются пионерные группировки из *Saxifraga cernua* и мхов *Hymenoloma crispulum*, *Syntrichia* sp. Отметим, что *Saxifraga cernua* на ЗФИ является пионером зарастания голых грунтов, в недавнем прошлом освобожденных от ледникового покрова. На о. Ева-Лив, в таких же трещинах, отмечены агрегации из лишайников (*Pseudophebe pubescens*) и мхов (*Hymenoloma crispulum*, *Syntrichia ruralis*), при этом сосудистые растения здесь не обнаружены.

11. **Сухие местообитания каменных россыпей** (табл. 4). Выделены для большинства исследуемых островов: Гукера, Кейна, Хейса, Алджера, Сальма. Растительный покров представлен пионерными сообществами, формирующимися на сухих щебнистых грунтах с участками глинистых и суглинистых обнажений, при маломощном снежном покрове зимой. Последний практически исчезает летом. Питание грунтов происходит за счет атмосферных осадков. Общее проективное покрытие – до 15%, число видов сосудистых растений – 1–7. В сообществах выражено доминирование *Papaver polare*. Субдоминантами часто выступают *Phippsia algida*, *Saxifraga oppositifolia*. Характерными представителями сообществ являются различные виды накипных и кустистых лишайников. На участках, недавно освобожденных от ледникового покрова, такие сообщества могут занимать довольно большие площади.

Сходные по видовому составу сообщества известны на соседнем архипелаге Шпицберген (Koroleva et al., 2004).

12. **Вершины и склоны моренных холмов** (табл. 4, рис. 3). Растительность таких местообитаний исследована на о. Кейна, однако на архипелаге моренные холмы встречаются довольно часто. На щебнистых и щебнисто-суглинистых грунтах холмов формируется очень разреженная бедная растительность, представленная пионерными группировками накипных лишайников. Проективное покрытие сосудистых растений не превышает 1%, число видов – 1–2. Лишь на склоне холма на участках мерзлотного пучения с выходами суглинков формируются небольшие группировки *Phippsia algida*, а на вершине холма в пониженных участках с протайкой мерзлого грунта отмечены агрегации *Papaver polare*. На некоторых участках щебнистые грунты покрывает лишайник *Sphaerophorus fragilis* (покрытие 5%).

Растительность моренных холмов ранее исследовалась на о. Северный Новой Земли. Там видовой состав подобных местообитаний значительно богаче (Shakhin, 2002).

13. **Песчаные и песчано-галечные пляжи** (табл. 4). Местообитания песчаных и песчано-галечных пляжей выделены для островов Хейса (мыс Останцовый), Мейбел (мыс Конрада), Кейна. Пляжи формируются, главным образом, в результате волноприбойного воздействия. У мыса Останцовый на южном берегу о. Хейса большое значение в образовании пляжей имеют морские приливы, которые формируют здесь приливные

Таблица 4. Окончание

Остров Island	Этеридж большой Eteridge Major	Ева-Лив Eva-Liv	1	2	Сальм Salm	Хейса Heiss	Кейна Kane
Координаты Coordinates	80°04'28.8"N 52°23'36.9"E	81°40'09.7"N 62°12'23.6"E	1	2	79°56'01.4"N 59°24'36.8"E	80°32'22.5"N 57°36'10.6"E	81°05'34.1"N 58°33'41.9"E
Местообитание Habitat	Политональные моренные равнины Polygonal moraine plains		Каменные россыпи Stony places		Песчаные пляжи Sandy beaches		Вершины и склоны моренных холмов Tops and slopes of moraine hills
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	+	.	+	.	.
<i>Papaver polare</i>	.	.	10	10	15	.	+
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	1	2
<i>Saxifraga cernua</i>	2	1	1	.	.	.	.
<i>S. rivularis</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>S. oppositifolia</i>	.	.	.	5	5	.	.
Мхи Mosses							
<i>Syntrichia</i> sp.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Hypnoloma crispulum</i>	.	1	1	.	.	.	.
Лишайники Lichens							
<i>Sphaerophorus fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	5
<i>Pseudophebe pubescens</i>	5	.	.	.	.	.	.

Примечание. Указаны координаты островов: 1 – Гукера (ГК) – 80°20'15.2"N, 52°51'58.6"E, 2 – Хейса – 80°32'35.3"N, 57°38'20.6"E.
 Note. Coordinates of the islands: 1 – Hooker – 80°20'15.2"N, 52°51'58.6"E, 2 – Heiss – 80°32'35.3"N, 57°38'20.6"E.

берега с неширокими осушками, изрезанные малыми мелководными лагунами и ручьями. Следует отметить, что такой тип берегового рельефа на ЗФИ отмечается лишь локально. Растительный покров здесь сильно разрежен, с общим проективным покрытием до 5%, число видов – 1–2. Сосудистые растения образуют небольшие группы, либо произрастают единично. Их состав представлен, в основном, *Cochlearia groenlandica*, *Phippsia algida*. На песках отмечены накипные лишайники и некоторые мхи. Пляжи Земли Франца-Иосифа характеризуются отсутствием характерных видов псаммофитов, обычных на пляжах Белого и юго-востока Баренцева морей (Moseev, Sergiyenko, 2016).

14. Береговые валы в зоне импульверизации морских брызг супралиторали. Местообитания характерны для большинства островов ЗФИ, где имеются участки, свободные от ледников. Как правило, на островах выделяются серии галечно-гравийных береговых валов, выработанных волноприбойным воздействием, чередующихся вдоль береговой линии моря. По мере отступления моря старые валы сдвигаются в глубь береговой полосы, их сменяют вновь образующиеся под волноприбойным воздействием валы. При наступлении моря на сушу происходит обратный процесс, когда береговые валы, расположенные рядом с береговой линией, разрушаются волноприбойным потоком.

Здесь представлены лишь единичные особи *Cochlearia groenlandica* и *Saxifraga cespitosa*. Поверхность камней иногда покрыта накипными лишайниками.

15. Обширные валунно-галечные моренные гряды (“языки морен”). Они были исследованы на низком каменистом берегу залива Грея на о. Земля Георга. Растительный покров сильно разрежен (ОПП – не более 1–3%). Сосудистые растения приурочены к участкам скопления мелкозема, который концентрируется в расщелинах камней. Расстояние между отдельными особями может превышать 1 м. Видовой состав сосудистых растений таких местообитаний включает *Saxifraga cespitosa*, *Cerastium regelii*, *Draba subcapitata* Simm., *Puccinellia* sp., причем растения более крупные, чем в других типах местообитаний.

На моховых подушках встречается лишайник *Rusavskia elegans*.

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

В ходе исследований изучены растительные сообщества 15 типов местообитаний. Во влажных местообитаниях морских абразионных и аккумулятивных террас развиты тундровые сомкнутые травяно-моховые сообщества. В относительно сухих местообитаниях со щебнистыми грунтами и на территориях, сравнительно недавно освобожденных от ледникового покрова, растительный покров состоит из сообществ бедных по видовому составу с небольшим общим проективным покрытием.

Для сравнения местообитаний в качестве исходных характеристик были взяты некоторые показатели среды обитания сосудистых растений и мхов (табл 5). Первая главная компонента имеет наибольшую дисперсию ($S^2 = 3.4$ из 9 или 38% информации), на вторую и третью компоненты также приходится значимая ее часть – 28 и 16% соответственно.

Полученные факторные нагрузки для первой компоненты (PC 1) отражают одно общее направление изменчивости: чем большее разнообразие типов грунтов с разным увлажнением наблюдается в местообитаниях островов, тем большее разнообразие сообществ, видов мхов и сосудистых растений для них характерно.

Во второй главной компоненте (PC 2) между значениями факторных нагрузок (табл. 5), отражающих корреляцию исходных признаков, прослеживается связь между количеством островов и разнообразием местообитаний на них с видовым многообразием сосудистых растений, мхов, лишайников. Другими словами, первая компонента отражает “разнообразие сообществ и видов” в разных типах местообитаний; разнооб-

Таблица 5. Нормированные факторные нагрузки компонентного анализа среды обитания сосудистых растений и мхов**Table 5.** Normalized factor loads of component analysis of vascular plant and moss habitats

Параметры Characteristics	Сравниваемые показатели Compared indicators	Факторные нагрузки Factor loads		
		PC ₁	PC ₂	PC ₃
<i>N_comm</i>	Разнообразие сообществ Diversity of communities	0.95	0.30	-0.43
<i>N_dom_moss</i>	Число доминирующих видов мхов Number of dominant moss species	0.53	-0.87	-0.36
<i>N_dom_plant</i>	Число доминирующих видов сосудистых растений Number of dominant vascular plant species	0.65	0.13	1.00
<i>N_isl</i>	Кол-во островов с данным типом местообитания Number of islands with the habitat type	0.60	0.91	-0.31
<i>N_soil</i>	Разнообразие почв (грунтов) Variety of soils	1.00	0.43	0.01
<i>Nsp_moss</i>	Общее число видов мхов Total number of moss species	0.70	-0.73	-0.30
<i>Nsp_plant</i>	Общее число видов сосудистых растений Total number of vascular plant species	0.66	-0.22	0.91
<i>PP_%</i>	Проективное покрытие Projective cover	0.59	-0.72	-0.36
<i>S²</i>	.	3.4	2.5	1.5
<i>S²,%</i>	.	38	28	16

Примечание. Достоверное отличие от нуля отмечено полужирным начертанием значений факторных нагрузок; * – пояснение в тексте.

Note. Significant difference from zero is marked by **bold type** of factor loads; * – explanation in the text.

разие местообитаний характеризует факторные нагрузки второй главной компоненты, которая показывает снижение биоразнообразия мхов в местообитаниях каменистых россыпей, песчаных и песчано-галечных пляжах, руслах ручьев и прибрежий озер”. Третью компоненту (PC 3) можно охарактеризовать как “обилие и число видов сосудистых растений” в разных типах местообитаний (табл. 5, рис. 4).

Биplot (рис. 4) показывает направление изменчивости данных, за которые ответственны определенные признаки: первое направление (выявленное PC 1) определяет отличие местообитаний по разнообразию грунта (почвенных условий), а второе (PC 2) связано в основном с представленностью местообитаний на разных островах. В большинстве выделенных местообитаний сообщества характеризуются небольшим проективным покрытием и малым видовым разнообразием мхов.

Активное развитие растительного покрова в экотопах морских террас Земли Франца-Иосифа связано со спецификой грунтов и характером увлажнения. Преобладают увлажненные суглинисто-щебнистые и слабо увлажненные, либо сухие супесчано-щебнистые грунты, что благоприятно сказывается на развитии растительности.

На архипелаге Земля Франца-Иосифа наиболее богата и разнообразна растительность абразионных и аккумулятивных морских террас на островах Гукера, Мейбел, Алджера. Именно в этих местообитаниях нами отмечено 29 видов сосудистых растений и 16 видов мхов, состав которых сходен с островом Северный соседнего архипелага Новая Земля (Shakhin, 1992). При этом, в отличие от террас подзоны арктических тундр Шпицбергена (Koroleva et al., 2008) и острова Южный Новой Земли (Shakhin,

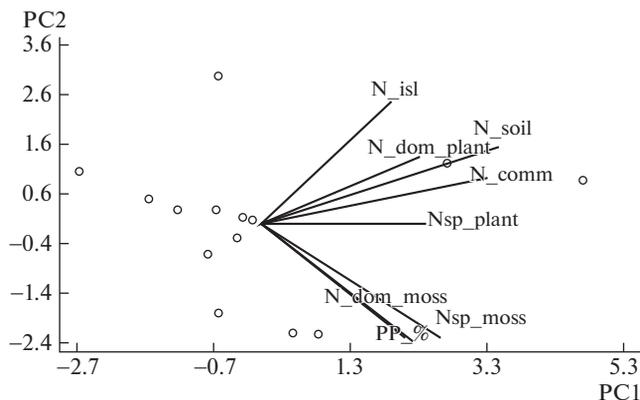


Рис. 4. Ординация показателей среды обитания в осях двух главных компонент.

Сокращения приведены в табл. 5.

Fig. 4. Ordination of habitat indicators in the axes of the two main components.

See Table 5 for abbreviations.

1992), здесь отмечается уменьшение видового разнообразия сосудистых растений и мхов.

Довольно богаты по видовому составу сообщества местообитаний моренных террас, формирующиеся вдоль берегов ледниковых озер и ручьев с каменистыми грунтами при скоплении мелкозема в расщелинах камней, на островах Ли-Смита и Сальма, где отмечено 18 видов сосудистых растений и 13 видов мхов, при общем проективном покрытии до 60% (Moseev, Sergiyenko, 2018).

Сообщества каменистых россыпей по составу и структуре сходны с таковыми на архипелаге Шпицберген (Koroleva et al., 2008) и о-ве Северном Новой Земли (Shakhin, 1992; Kuliev, 1998). Общий фон растительности в них образован 2 видами сосудистых растений — *Papaver polare* и *Saxifraga oppositifolia*. Такие сообщества формируются первыми в этих местообитаниях, но, по-видимому, устойчивы, что связано с долговременной сменой фитоценозов в высокой Арктике (Chernov et al., 2008).

Местообитания пляжей, галечных береговых валов в полосе волноприбойного воздействия, полигональных равнин с эрозионным расчленением характеризуются слабо развитой растительностью. Видовой состав растительных группировок обычно представлен 1–2 видами сосудистых растений, в составе мхов на полигональных равнинах островов Ева-Лив и Этериджа большой отмечено всего 3 вида (рис. 5, 6). Общее проективное покрытие здесь не превышает 1–2%.

Сообщества минеральных болот и заболоченных микродепрессий на аккумулятивных террасах с выраженным подтоком талых вод характеризуются бедным видовым составом мхов — 9 видов и сосудистых растений — 12 видов, но значительным общим проективным покрытием — до 90–95%.

Несмотря на небольшое видовое разнообразие, сосудистые растения играют важную роль в формировании растительного покрова архипелага, поскольку отмечены в большинстве местообитаний и, зачастую, являются ценообразователями высокоарктических сообществ.

Для разных местообитаний большинства исследованных островов отмечен одинаковый набор доминирующих видов сосудистых растений и субдоминантов в растительных сообществах, которые ранее выделялись и другими исследователями архипелага (Safronova, 1983; Safronova, Yurkovskaya, 2015): *Alopecurus magellanicus*, *Cerastium*

arcticum, *C. regelii*, *Cochlearia groenlandica*, *Draba micropetala*, *Papaver polare*, *Phippsia algida*, *Poa arctica*, *P. alpigena*, *Ranunculus sulphureus*, *Saxifraga cernua*, *S. cespitosa*, *S. hyperborea*, *S. oppositifolia*, *S. nivalis*, *S. rivularis*. Из них злаки *Alopecurus magellanicus*, *Poa arctica*, *P. alpigena* больше тяготеют к тундровым сообществам, развитым на абразионных морских террасах.

Широко распространенный на островах Гукера, Ли-Смита, Мейбел арктический приморский вид *Cochlearia groenlandica* тяготеет к нивальным луговинам террас и берегам ледниковых озер со скоплением гумуса. Этот вид встречается на пляжах и береговых валах, где большинство других видов сосудистых растений архипелага отсутствуют.

Мхи составляют основу растительного покрова абразионных и аккумулятивных морских террас в местообитаниях с выраженным стоком и подтоком талых вод, а также на минеральных болотах и вдоль берегов ледниковых ручьев и озер. Обильны мхи и в сообществах на склонах осыпных берегов под птичьими базарами (Chernyad'yeva et al., 2015).

В составе доминирующих видов мхов большинства исследованных островов можно отметить следующие: *Drepanocladus arcticus*, *Sanionia uncinata*, *Brachythecium cirrosum*, *Bryum cryophilum*, *B. cyclophilum*, *Meesia triquetra*, *Scorpidium revolvens*, *Orthothecium chryseon*, *Aulacomnium turgidum*, *Warnstorfia sarmentosa*, *Ditrichum flexicaule*, *Philonotis tomentella*, *Pseudocalliergon turgescens*, *Hymenoloma crispulum*. В относительно сухих местообитаниях бугров пучения, на каменистых россыпях и моренных холмах участие мхов в сообществах ниже, чем сосудистых растений.

Лишайники составляют первую по числу видов группу растительных организмов архипелага (Копогева et al., 2019), и в основном, доминируют в сухих местообитаниях, но поселяются и на влажных субстратах, часто покрывая каменистые грунты.

Нами было собрано 26 видов лишайников эпилитной и эпигейдной экологических групп, включая виды каменистых берегов ледниковых озер на островах Сальм, Ли-Смита и Этеридж (большой), 25 видов из которых макролишайники и 1 микролишайник – *Rhizocarpon subgeminatum* Eitner, обнаружен на архипелаге впервые. Все виды являются типичными представителями арктической флоры (Spisok, 2010). Из интересных находок можно отметить *Rusavskia elegans*, являющийся эпилитным видом, который в условиях высокоарктических тундр встречен на плотной моховой подушке. Облигатные эпилитные лишайники рода *Umbilicaria* встречены в прибрежных экотопях на крупных валунах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растительный мир высоких широт представляет большой интерес как модель для разработки общих принципов эволюционной экологии и биогеографии, для выяснения факторов и закономерностей развития флор и сообществ, различных путей освоения географической среды.

Несмотря на малую площадь суши, свободную ото льда, растительные сообщества архипелага достаточно разнообразны, что связано с разнообразием местообитаний, отличающихся по типу рельефа, грунтов и увлажнения.

В статье впервые приводятся данные о растительности морских террас островов Алджера, Ева-Лив, Кейна, частично для островов Джексона и Белл. Дополнены сведения о растительном покрове на островах Гукера, Земля Георга, Мейбел, Хейса, Ли-Смита, Сальм, Этеридж.

Отсутствие характерных видов сосудистых растений, мхов и лишайников служит критерием для отнесения архипелага Земля Франца-Иосифа к подзоне высокоарктических тундр, где по сравнению с арктическими тундрами лишь уменьшается видовое богатство сосудистых растений и мхов.

Надеемся, что наши данные будут использованы для проведения мониторинга растительного покрова и будут способствовать решению природоохранных задач на архипелаге, входящем в настоящее время в состав особо охраняемой природной территории (ООПТ) ФГБУ “Национальный парк” “Русская Арктика”.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны за содействие в работе всем членам экспедиции О2А2–2016, организованной Ассоциацией “Морское наследие: исследуем и сохраним”, особенно научному руководителю проекта “Открытый Океан” к. б. н. М.В. Гаврило; доценту кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета к. б. н. А.Б. Крашенинникову; старшему государственному инспектору ФГБУ “Государственный природный заповедник “Присурский” Е.М. Кузьмину за помощь в сборе гербарного материала и содействие в проведении полевых исследований, научному сотруднику Полярно-альпийского ботанического сада института им. Н.А. Аврорина к. б. н. Л.А. Коноровой за помощь в определении лишайников, ведущему научному сотруднику д. б. н. Ботанического института им. В.Л. Комарова И.Н. Сафроновой, за многочисленные рекомендации и помощь в подготовке статьи.

Исследовательские работы Экспедиции “Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2016” (“О2А2-2016”) выполнены по гранту Проекта Программы развития ООН в России, Глобального экологического фонда и Минприроды России” (ПРООН/ГЭФ-МПР) “Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического развития России” в рамках поддержки Комплекса мер, направленных на сохранение биологического разнообразия, в том числе, на предотвращение гибели объектов животного мира в случае разливов нефти и нефтепродуктов в Арктической зоне Российской Федерации. Участие в работе автора Д.С. Мосеева также осуществлялось в рамках темы № 0149-2018-0016 государственного задания “Современные и древние донные осадки и взвесь Мирового океана – геологическая летопись изменений среды и климата: рассеянное осадочное вещество и донные осадки морей России, Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов – литологические, геохимические и микропалеонтологические исследования; изучение загрязнений, палеообстановок и процессов в маргинальных фильтрах рек”. Участие в работе Е.Ю. Кузьминой осуществлялось в рамках государственного задания, согласно тематическому плану Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, по теме: “Гербарные фонды БИН РАН (история, сохранение, изучение и пополнение)” (Регистрационный номер 0126-2018-0011) и частично поддержано грантом РФФИ № 18-05-60093.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1977. Структура растительных группировок полярной пустыни о. Земля Александры (Земля Франца-Иосифа). – В сб.: Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. Л. С. 26–36.
- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1981. Открытые растительные группировки полярной пустыни острова Земля Александры (Земля Франца-Иосифа) и их классификация. – Бот. журн. 66 (5): 26–36.
- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1983. Растительность полярных пустынь СССР. Л. 148 с.
- [Chernov et al.] Чернов Ю.И., Матвеева Н.В., Макарова О.Л. 2011. Полярные пустыни: на пределе жизни. – Природа. Серия: Биогеография. 9: 31–43.
- [Chernyad'eva] Чернядьева И.В. 1992. К бриофлоре архипелага Земля Франца-Иосифа. – Новости сист. низш. раст. 28: 156–161.
- [Chernyad'yeva et al.] Чернядьева И.В., Потемкин А.Д., Холод С.С. 2015. К флоре мохообразных (Bryophyta, Marchantiophyta) острова Нортбрук (архипелаг Земля Франца-Иосифа). – Новости сист. низш. раст. 49: 387–397.
- [Chyurakova] Чуракова Е.Ю. 2013. Биологические научные исследования. – В сб.: Комплексная научно-образовательная экспедиция “Арктический плавающий университет–2013”. Ч. II. Архангельск. С. 277–280.

[Chyurakova et al.] Чуракова Е.Ю., Сидорова О.В., Менников Д.С., Ершов Р.В. 2014. Конспект флоры сосудистых растений архипелага Земля Франца-Иосифа. — Вестник С(А)ФУ. Серия: Естественные науки. 2: 94–101.

[Djenuk] Дженюк С.Л. 2014. Климатообразующие факторы и климатические особенности Земли Франца-Иосифа. — Тр. Кольского научного центра РАН. 4 (23). Океанология. 2: 61–69.

Fischer H. 1896. Some remarks on the flora of Franz Josef Archipelago. — Geogr. J. V. VIII.: 560–563.

[Gavrilo et al.] Гаврило М.В., Крашенинников А.Б., Мосеев Д.С., Бабушкин М.В., Кузьмин Е.М., Иванов А.П., Сергиенко Л.А., Мартынова Д.М., Спиридонов В.А., Филин П.А., Владимиров А.В. 2016. Экспедиция “Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2016” на арктические особо охраняемые острова Архангельской области. — Тр. Архангельского центра РГО. Архангельск. 4: 200–209.

[Goryatchkin] Горячкин С.В. 2010. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М. 414 с.

[Goryatchkin et al.] Горячкин С.В., Долгих А.В., Мергелов Н.С. 2017. Почвы островов Земля Франца-Иосифа: география, морфогенетические особенности, классификация и роль в углеродном цикле. — В сб.: Комплексная научно-образовательная экспедиция “Арктический плавающий университет”. Сборник научных статей. Архангельск. С. 15–36.

[Govorukha] Говоруха Л.С. 1970. Земля Франца-Иосифа. — В сб.: Советская Арктика. (Моря и острова Северного Ледовитого океана). М. С. 328–359.

[Grosval'd et al.] Гросвальд М.Г., Кренке А.Н., Виноградов О.Н., Маркин В.А., Псарева Т.В., Разумейко Н.Г., Суходоровский В.Л. 1973. Оледенение земли Франца-Иосифа. М. 352 с.

Halonen P., Myllys L., Velmala S., Hyyvärinen H. 2009. *Gowardia* (Parmeliaceae) — a new alectorioid lichen genus with two species. — Bryologist. 112(1): 138–146.

Hanssen O., Lid J. 1932. Flowering plants of Franz Josef Land. — Skrifter om Svalbard og Ishavet. 39. 42 p.

Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. — Arctoa. 15: 1–130.

[Ivanter, Korosov] Ивантер Э.В., Коросов В.В. 2003. Введение в количественную биологию. Петрозаводск. 304 с.

Konoreva L.A., Kholod S.S., Chesnokov S.V. 2019. Lichens of Franz Josef Land archipelago. — Polish polar research. 40 (2): 139–170.

[Koroleva] Королева Н.Е., Константинова Н.А., Белкина О.А., Давыдов Д.А., Лихачев Ю.А., Савченко А.Н., Урбанавичене И.Н. 2008. Флора и растительность побережья залива Грен-Фьорд (архипелаг Шпицберген). Апатиты. 132 с.

[Kryshen, Polevoy] Крышень А.М., Полевой А.В. 2007. Классификация местообитаний: принципы и практическое использование. — В сб.: III Всероссийская школа-конференция. “Актуальные проблемы геоботаники”. Петрозаводск. С. 264–268.

[Kuliev] Кулиев А.Н. 1998. Растительность побережья губы Крестовой (Северный остров). Новая Земля. Природа. История. Археология. Культура. — В сб.: Труды Морской арктической комплексной экспедиции. Вып. X. Книга 1. М. С. 268–276.

[Kuliev] Кулиев А.Н. 2013. Растительность. — В сб.: Земля Франца-Иосифа. М. С. 513–531.

[Matveeva et al.] Матвеева Н.В., Заноха Л.Л., Афонина О.М., Потемкин А.Д., Патова Е.Н., Давыдов Д.А., Андреева В.М., Журбенко М.П., Конорева Л.А., Змитрович И.В., Ежов О.Н., Ширяев А.Г., Кирцидели И.Ю. 2015. Растения и грибы полярных пустынь северного полушария. СПб. 320 с.

[Moseev, Sergiyenko] Мосеев Д.С., Сергиенко Л.А. 2016. Растительный покров солончатых приливных устьев малых рек юго-востока Двинского залива Белого моря. — Ученые записки ПетрГУ. 2(155): 25–37.

[Moseev, Sergiyenko] Мосеев Д.С., Сергиенко Л.А. 2017. К флоре островов архипелага Земля Франца-Иосифа и северной части архипелага Новая Земля (аннотированный список видов). — Ученые записки ПетрГУ. 4(165): 48–64.

[Moseev et al.] Мосеев Д.С., Сергиенко Л.А., Кузьмина Е.Ю. 2018. Новые виды мхов (*Bryophyta*) для Земли Франца Иосифа (Российская Арктика). — Новости сист. низш. раст. 52(1): 195–203.

[Moseev, Sergiyenko] Мосеев Д.С., Сергиенко Л.А. 2018. Состав и структура растительных сообществ островов южной части архипелага Земля Франца-Иосифа. — Вестник Кольского научного центра РАН. 3(10): 74–85.

[Odaz] Одаз А.М. 1993. Растительный покров. — В сб.: Среда обитания и экосистемы Земли Франца-Иосифа (архипелаг и шлейф). Апатиты. С. 43–63.

[Palibin] Палибин И.В. 1903–1906. Ботанические результаты плавания ледокола “Ермак” в Северном Ледовитом океане летом 1901 г. — Известия Санкт-Петербургского ботанического сада. СПб. 3(5). 128 с.

Rønning O.I. 1996. The flora of Svalbard. Oslo. 128 p.

[Safronova] Сафронова И.Н. 1983. Материалы к флоре о. Мейбел и о. Гукера (архипелаг Земля Франца-Иосифа). — Бот. журн. 68(4): 513–519.

[Safronova] Сафронова И.Н. 1986. О растительности островов Мейбел и Гукера (архипелаг Земля Франца-Иосифа). — В сб.: “Природные комплексы Арктики и вопросы их охраны”. Л. С. 51–62.

Safronova I.N., Glazovsky A. 1995. Flora and vegetation. — In: Polarhandbook. 8. Franz Josef Land. Barr S. (Ed.). Oslo. P. 32–37.

[Safronova, Yurkovskaya] Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. 2015. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте. — Бот. журн. 100(11): 1121–1141.

[Savich] Савич Л.И. 1932. Мхи Земли Франца-Иосифа, собранные И.М. Ивановым во время полярной экспедиции 1929 г. на ледоколе “Седов”. — В сб.: Труды Всесоюз. аркт. ин-та. 2: 63–79.

[Savich] Савич Л.И. 1936. Мхи архипелага Франца-Иосифа, Северной Земли и о. Визе, собранные В.П. Савичем во время полярной экспедиции 1930 г. на ледоколе “Г. Седов”. — В сб.: Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 2. Споровые растения. 3: 505–578.

[Sekretaryova] Секретарева Н.А. 2004. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М. 131 с.

[Sergienko] Сергиенко Л.А. 2008. Флора и растительность побережий Российской Арктики и сопредельных территорий. Петрозаводск. 225 с.

[Shakhin] Шахин Д.А. 1992. Обзор растительного покрова западного побережья Новой Земли. — В сб.: Труды Морской арктической комплексной экспедиции (МАКЭ). “Новая Земля. Природа. История. Археология. Культура”. М. III(2): 98–124.

[Spisok] Список лишенофлоры России. 2010. Составитель Г.П. Урбанавичус. СПб. 1984 с.

The Plant List. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 03.03.18).

[Tolmachev] Толмачев А.И. 1931. Материалы для флоры европейских арктических островов. — Журнал Русского ботанического общества. 16(5–6): 459–472.

[Tolmachev, Shukhtina] Толмачев А.И., Шухтина Г.Г. 1974. Новые данные о флоре Земли Франца-Иосифа. — Бот. журн. 59(2): 275–279.

[Urbanavichus] Урбанавичус Г.П. 2001. Род *Brodoo* Goward в России. — Новости сист. низш. раст. 34: 195–206.

[Vekhov, Kuliev] Вехов Н.В., Кулиев А.Н. 1996. Обзор флоры архипелага Новая Земля. М. 25 с.

[Yelenkin, Savitch] Еленкин А.А., Савич В.П. 1912. Лишайники, собранные И. В. Палибиным в плавании ледокола “Ермак” в Северном Ледовитом океане в 1901. Юрьев. С. 71–100.

[Yurtsev et al.] Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В. 1978. Флористическое ограничение и разделение Арктики. — В кн.: Арктическая флористическая область. Л. С. 9–104.

Zhurbenko M. P. 2009. Lichenicolous fungi and lichens from the Holarctic. Part II — Opuscula Philolich. 7: 121–186.

[Zones...] Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Карта для высших учебных заведений. М. 1 : 8 000 000. 1999а. Под ред. Г.Н. Огуреевой. М. 2 л.

[Zones...] Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Пояснительный текст и легенда к карте м. 1 : 8 000 000. 1999б. Под ред. Г.Н. Огуреевой. М. 64 с.

VEGETATION COVER OF SEA TERRACES OF THE FRANZ JOSEPH LAND ARCHIPELAGO

D. S. Moseev^{a,#}, L. A. Sergienko^{b,##}, E. Yu. Kuzmina^{c,###},
A. V. Sonina^b, and A. A. Zorina^b

^a Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
Nakhimovskiy Ave., 36, Moscow, 117997, Russia

^b Petrozavodsk State University, Institute of Biology, Ecology and Agricultural Technologies
Lenina Str., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia

^c Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197376, Russia

e-mail: viking029@yandex.ru

e-mail: saltmarsh@mail.ru

e-mail: kuzminaeyu@binran.ru

The data on the diversity of vegetation cover of sea terraces of the Franz Josef Land Archipelago are represented in the paper. The vegetation cover on 12 islands has been investigated during the expedition “Open Ocean: Arctic Archipelago – 2016”: Hooker, Jackson, Eva-Liv, Kane, Heiss, Alger, Prince George Land, Mabel, Bell, Salm, Leigh-Smith, Etheridge Major. The complete description of the flora and vegetation on Salm, Leigh-Smith and Etheridge Major islands were investigated for the first time. The species composition of vascular plants, mosses, lichens and the structure of communities were studied in 15 types of habitats, differentiated by the structure of the coastal mesorelief and the mechanical composition of the soils. The integrated schemes of ecological series for abrasive and accumulative marine terraces of Hooker and Kane islands are presented. Newly found species of mosses and vascular plants are registered.

Keywords: Franz Josef Land Archipelago, habitats, vegetation cover, communities

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the assistance in their work to all members of the expedition O2A2-2016 organized by the Association “Marine heritage: explore and save”, especially to the Scientific Director of the “Open Ocean” project M.V. Gavrilov; to the Associate Professor of the Department of Invertebrate Zoology and Aquatic Ecology of Perm state National Research University A.B. Krasheninnikov; to the Senior State Inspector of the Prisurenskiy State Nature Reserve E.M. Kuzmin for assistance in collecting herbarium material and aid in conducting field research; the researcher of the N.A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS L.A. Konoreva for help with identifying lichens; the leading researcher of the Komarov Botanical Institute I. N. Safronova for numerous recommendations and assistance with the preparation of the article.

The research work of the expedition O2A2-2016 is supported by the grant of the project of the United Nations Development Programme in Russia, Global Environment Facility (UNDP/GEF) and Ministry of Natural Resources and Ecology of Russia “Challenges of biodiversity conservation in policy and programs of development of Russia energy sector”. The work of D.S. Moseev was also carried out within the framework of the project of Shirshov Institute of Oceanology № 0149-2018-0016. The work of E.Yu. Kuzmina was carried out within the framework of the research project of the Komarov Botanical Institute “Herbarium collections of BIN RAS (history, conservation, investigation and replenishment)” (№ 0126-2018-0011).

REFERENCES

- Aleksandrova V.D. 1977. Struktura rastitelnykh gruppировок polarnoi pustyni o. Zemlya Aleksanry (Zemlya Frantsa-Iosifa). [The structure of plant groups in the polar desert of Alexandra Land (Franz Josef Land)]. – In: Problemy ekologii, geobotaniki, botanicheskoi geografii i floristiki. Leningrad. 26–36 (In Russ.).
- Aleksandrova V.D. 1981. Open plant communities of the polar desert island of Alexandra Land (Franz Joseph Land) and their classification. – Botanicheskii Zhurnal. 66(5): 636–649 (In Russ.).

- Aleksandrova V.D. 1983. The vegetation of the polar deserts of the USSR. Leningrad. 143 p. (In Russ.).
- Chernov Yu.I., Matveeva N.V., Makarova O.L. 2011. Polar desert life limit. — Priroda. Seriya: Biogeografiya. 9: 31–43 (In Russ.).
- Chernyadjeva I.V. 1992. To bryoflora of the Franz Joseph Land Archipelago. — Novosti sistyematiki nizshikh rastenyi. 28: 156–161 (In Russ.).
- Chernyadjeva I.V., Potemkin A.D., Kholod S.S. 2015. To the flora of the bryophytes (Bryophyta, Marchantiophyta) of the Northbrook Island (Franz Josef Land Archipelago) — Novosti sistyematiki nizshikh rastenyi. 49: 387–397 (In Russ. with Engl. abstract).
- Churakova E.Yu. 2013. Biologicheskie nauchnye issledovaniya [Biological research]. — In: Kompleksnaya nauchno-obrazovatel'naya ekspeditsiya "Arkticheskii plavuchii universitet. Ch. II. Arkhangel'sk. P. 277–280 (In Russ.).
- Churakova E.Yu., Sidorova O.V., Mennikov D.S., Yershov R.V. 2014. Synopsis of the flora of vascular plants of the archipelago of Franz-Joseph Land. — Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2: 94–101 (In Russ.).
- Dzhenyuk S.L. 2014. Climate-forming factors and climatic features of Franz Josef Land. — Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN: 4(23): 61–69 (In Russ.).
- Fischer H. 1896. Some remarks on the flora of Franz Josef Archipelago. — Geogr. J. V. VIII: 560–563.
- Gavrilo M.V., Krashennikov A.B., Moseev D.S., Babushkin M.V., Kuzmin E.M., Ivanov A.P., Sergiyenko L.A., Martynova D.M., Spiridonov V.A., Filin P.A., Vladimirov A.V. 2016. Expedition "Open Ocean: Arctic Archipelagos – 2016" to the specially protected islands of Archangelsk Region. Trans. Archangelsk Regional Branch Russ. Geogr. Soc. Archangelsk. 4: 200–209 (In Russ.).
- Goryachkin S.V. Soil cover of the North (structure, genesis, ecology, evolution). Moscow. 414 p. (In Russ.).
- Goryachkin S.V., Dolgikh A.V., Mergelov N.S. 2017. Pochvy ostrovov Zemlya Frantsa-Iosifa: geografiya, morfogeneticheskie osobennosti, klassifikatsiya i rol' v uglerodnom tsikle [Soils of the Franz Josef Islands: geography, morphogenetic features, classification and role in the carbon cycle.]. — In: Kompleksnaya nauchno-obrazovatel'naya ekspeditsiya "Arkticheskii plavuchii universitet". Arkhangel'sk. P. 15–36 (In Russ.).
- Govorukha L.S. 1970. Franz Josef Land. In: Sovekskaya Arktika. (Morya i ostrova Severnogo Ledovitogo okeana). Moscow. P. 328–359 (In Russ.).
- Grosvald M.G., Krenke A.N., Vinogradov O.N., Markin V.A., Psaryeva T.V., Razumeiko N.G., Sukhodorovskii B.L. 1973. The glaciation of Franz Josef Land. Moscow. 352 p. (In Russ.).
- Halonon P., Myllys L., Velmala S., Hyvärinen H. 2009. *Gowardia* (Parmeliaceae) – a new alectoriid lichen genus with two species. — Bryologist. 112(1): 138–146.
- Hansen O., Lid J. 1932. Flowering plants of Franz Josef Land. Skrifter om Svalbard og Ishavet. 39. 42 p.
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. — Arctoa. 15: 1–130.
- Ivanter E.V., Korosov V.V. 2003. Introduction to quantitative biology. Petrozavodsk. 304 p. (In Russ.).
- Konoreva L.A., Kholod S.S., Chesnokov S.V. 2019. Lichens of Franz Josef Land archipelago. — Polish polar research. 40.2: 139–170.
- Koroleva N.E., Konstantinova N.A., Belkina O.A., Davydov D.A., Likhachev Yu.A., Savchenko A.N., Urbanavichene I.N. 2008. Flora and vegetation of the coast of the Gulf of Grenfjord (Svalbard archipelago). Apatites. 132 p. (In Russ.).
- Kryshen A.M., Polevoi A.V. 2007. Klassifikatsia mestoobotanii: pryntsipy i prakticheskoye ispol'zovaniye [Habitat classification: principles and practical use]. — In: Materialy Vserossiiskoi shkoly konferentsii "Aktual'nye problemy geobotaniki". Petrozavodsk. P. 264–268 (In Russ.).
- Kuliev A.N. 1998. Rastitelnost' poberegya guby Krestovoi (Severnyi ostrov). [Vegetation of the coast of Krestovaya Bay (North island)]. — In: Trudy Morskoy arkticheskoi kompleksnoi ekspeditsii. Novaya Zemlya. Priroda. Istoria. Arkheologia. Kul'tura. Vyp. X. Kniga 1. Moscow. P. 268–276.
- Kuliev A.N. 2013. Vegetation. — In: Zemlya Frantsa-Iosifa. Moscow. P. 513–531 (In Russ.).

Matveeva N.V., Zankha L.L., Afonina O.M., Potemkin A.D., Patova E.N., Davydov D.A., Andreeva V.M., Zhurbenko M.P., Konoreva L.A., Zmitrovich I.V., Ezhov O.N., Shiryaev A.G., Kirtsideli I.Yu. 2015. Plants and fungi of the polar deserts of the northern hemisphere. St. Petersburg: 320 p. (In Russ. with Engl. abstract)

Moseev D.S., Sergiyenko L.A. 2016. Vegetation cover of brackish tidal mouths of small rivers in the South-East of the Dvina Bay of the White Sea. – Uchyonye Zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo Universiteta. 2(155): 25–37 (In Russ.).

Moseev D.S., Sergiyenko L.A. 2017. To the flora of the Islands of the Franz Joseph Land Archipelago and the Northern part of Novaya Zemlya Archipelago (annotated species list). – Uchyonye Zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo Universiteta. 4(165): 48–64 (In Russ.).

Moseev D.S., Sergiyenko L.A., Kuzmina E.Yu. 2018. New moss species for Franz Josef Land] – Novosti sistematiki nizshikh rastenii. 52 (1): 195–203 (In Russ.).

Moseev D.S., Sergiyenko L.A. 2018. Composition and structure of plant communities of the Islands of the southern part of the Franz Josef Land archipelago. – Vestnik Kof'skogo nauchnogo tsentra RAN. 3(10): 74–85 (In Russ.).

Odaz A.M. 1993. Rastitelnyi pokrov. [Vegetation]. – In: Sreda obitaniya i ekosistemy Zemli Frantsa-Iosifa (arkhipelag i shleif). Apatity. P. 43–63 (In Russ.).

Palibin I.V. 1906. Botanical results of the voyage of the icebreaker “Ermaк” in the Arctic ocean in the summer of 1901. – Izvestiya Sankt-Peterburgskogo botanicheskogo sada. 3(5): 128 p. (In Russ.).

Rønning O.I. 1996. The flora of Svalbard. Oslo. 128 p.

Safronova I.N. 1983. Materials to flora of maybel island and hooker island (Franz Josef Land archipelago). – Botanicheskii Zhurnal. 68(4): 513–519 (In Russ.).

Safronova I.N. 1986. O rastitelnosti ostrovov Meibel i Gukera [About the vegetation of the Islands Mabel and Hooker]. – In: “Prirodnyie kompleksy Arktiki i voprosy ikh okhrany”. Leningrad. P. 51–63 (In Russ.).

Safronova I.N., Glazovsky A. 1995. Flora and vegetation. – In: Polarhandbook. 8. Franz Josef Land. Barr S. (Ed.). Oslo. P. 32–37.

Safronova I.N., Yurkovskaya T.K. 2015. Zonal regularities of vegetation cover on plains of European Russia and their cartographic representation. – Botanicheskii Zhurnal. 100(11): 1121–1141 (In Russ.).

Savich L.I. 1932. Mkhi Zemly Franca-Iosifa, sobrannye I.M. Ivanovym vo vremya polyarnoi ekspeditsii 1929 goda na ledokole “Sedov” [The mosses of Franz Josef Land collected by I.M. Ivanov during the polar expedition of 1929 on the icebreaker “Sedov”]. – In: Trudy Vsesoyuznogo Arkticheskogo instituta. 2: 63–79 (In Russ.).

Savich L.I. 1936. The mosses of the Franz Josef Archipelago, the Northern Land and the Wiese Island, collected by V.P. Savich during the polar expedition of 1930 on the icebreaker “G. Sedov”. – Trudy Botanicheskogo institutata AN SSSR. Ser. 2. Sporovye rasteniya 3: 505–578 (In Russ.).

Sekretaryova N.A. 2004. Vascular plants of the Russian Arctic and adjacent territories. Moscow. 131 p. (In Russ.).

Sergiyenko L.A. 2008. Flora and vegetation of the coasts of the Russian Arctic and adjacent territories. Petrozavodsk. 225 p. (In Russ.).

Shakhin D.A. 1992. Obzor rastitel'nogo pokrova zapadnogo poberezh'ya Novoy Zemli [Overview of the vegetation of the Western coast of Novaya Zemlya]. – In: Novaya Zemlya. Priroda. Istoriya. Arkheologiya. Kul'tura: Trudy Morskoy Arkticheskoy kompleksnoy ekspeditsii. Issue III. Moscow. P. 98–124 (In Russ.). The Plant List. <http://www.theplantlist.org/> (03.03.18).

[Spisok] Chek-list lichenoflora of Russia. 2010. Compiler G.P. Urbanavichus. St. Petersburg. 1984 p. (In Russ.).

Tolmachev A.I. 1931. Materials for flora of European Arctic Islands – Zhurnal Russkogo botanicheskogo obshchestva. 16 (5–6): 459–472 (In Russ.).

Tolmachev A.I., Shukhtina G.G. 1974. New data on the flora of Franz Josef Land – Botanicheskii Zhurnal. 59 (2): 275–279 (In Russ.).

Urbanavichus G.P. 2001. Genus *Brodoa* Goward in Russia. – Novosti sistematiki nizshikh pastenii. 34: 195–206 (In Russ.).

Vekhov N.V., Kuliev A.N. 1996. Overview of the flora of the Novaya Zemlya archipelago. Moscow. 25 p. (In Russ.).

Yelenkin A.A., Savitch V.P. 1912. Lishainiki, sobrannye I. V. Palibinym v plavanii ledokola "Ermak" v Severnom Ledovitom okeane v 1901. [Lichens collected By I. V. Palibin in the voyage of the icebreaker "Ermak" in the Arctic ocean in 1901]. Yuriev. P. 71–100 (In Russ.).

Yurtsev B.A., Tolmahev A.I., Rebistaya O.V. 1978. Floristic restriction and division of the Arctic. – In: The Arctic floristic region. Leningrad. P. 9–104 (In Russ.).

Zhurbenko M.P. 2009. Lichenicolous fungi and lichens from the Holarctic. Part II – Opuscula Philolich. 7: 121–186.

Zony i tipy pojasnosti rastitelnosti Rossii i sopredel'nykh territorii: Karta dlya vysshykh uchebnykh zavedenii. M. 1 : 8 000 000. [Zones and types of vegetation zones in Russia and adjacent territories: Map for higher educational institutions. M. 1 : 8 000 000. 1999a. Under the editorship G.N. Ogureeva. Moscow. 2 sheets.

Zony i tipy pojasnosti rastitelnosti Rossii i sopredel'nykh territorii: Karta dlya vysshykh uchebnykh zavedenii. M. 1 : 8 000 000 [Zones and types of vegetation zones in Russia and adjacent territories: Map for higher educational institutions. Explanatory text and legend to the map m. 1 : 8 000 000.]. 1999b. Under the editorship G.N. Ogureeva. Moscow. 64 p.