

УДК 57.043+624.131.1

DOI: 10.47404/2619-0605\_2021\_32

Кашутин А.Н., Климова А.В.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ В МЕСТАХ ПРОИЗРАСТАНИЯ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Аннотация.** В работе представлены данные о преобладающих типах грунтов в литоральной зоне Авачинской губы. Исследования проводили в 2016-2020 гг. в восьми районах бухты: бух. Богатырёвка, бух. Крашенинникова, бух. Моховая, бух. Сероглазка, бух. Петропавловский ковш, мыс Санникова, бух. Завойко и мыс Восточный. Общая протяжённость грунтов, представляющих собой валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (тип I) и песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (тип III), составила 35,87 км. Именно эти типы грунтов пригодны для развития структурообразующей литоральной водоросли – *F. distichus*. На непригодные для его развития субстраты приходилось 9,45 км береговой полосы. В настоящее время районом с максимальной площадью распространения фукуса является бух. Сероглазка. Здесь, особенно в нижнем горизонте литорали, он имеет хорошо выраженное поясное распределение. В бухте Петропавловский ковш природные субстраты полностью отсутствовали из-за большой протяжённости причальных сооружений и сопутствующих инженерных коммуникаций. Всё это в последнем районе, несомненно, привело не только к изменению рельефа его восточного и западного берегов, но и к исчезновению *F. distichus*.

**Ключевые слова:** Авачинская губа, литораль, осадконакопление, грунты, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*.

Kashutin A.N., Klimova A.V.

## CHARACTERISTICS OF GROUNDS IN THE PLACES OF GROWING OF THE BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* IN AVACHA BAY (SOUTH-EAST KAMCHATKA)

**Abstract.** The paper presents data on the prevailing soil types in the littoral zone of Avacha Bay. The research was carried out in 2016-2020. in 8 areas of the bay: bay. Bogatyryovka, Bukh. Krasheninnikov, Bukh. Mokhovaya, Bukh. Gray-eyed, boo. Peter and Paul ladle, Cape Sannikov, Bukh. Zavoiko and Cape Vostochny. The total length of soils, which are boulder-block placers with underlying sand, pebbles, gravel (type I) and sand, gravel and randomly scattered boulders (type III), was 35.87 km. It is these types of soils that are suitable for the development of the structure-forming littoral alga – *F. distichus*. The substrates unsuitable for its development accounted for 9.45 km of the coastal strip. Currently, the area with the maximum distribution area of *Fucus* is Bukh. Gray-eyed. Here, especially in the lower horizon of the littoral, it has a well-pronounced belt distribution. In the Petropavlovskiy bucket bay, natural substrates were completely absent due to the large length of berthing facilities and related engineering communications. All this in the latter region undoubtedly led not only to a change in the relief of its eastern and western shores, but also to the disappearance of *F. distichus*.

**Key words:** Avacha Bay, littoral, sediment accumulation, grounds, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*.

**Введение.** Авачинская губа в XVIII столетии играла важную роль при освоении первооткрывателями дальневосточных морей и земель. На

сегодняшний день она является одним из важнейших водных объектов Камчатского края. Вдаваясь в западный берег Авачинского залива на 24 км между мысами Маячный и Безымянный, и соединяясь с Тихим океаном узким проливом «горлом», она представляет собой обширную акваторию грушевидной формы площадью около 215 км<sup>2</sup>. Протяжённость её береговой линии составляет 110 км [1].

Первое, достаточно реалистичное изображение Авачинской губы, появилось в 1713 г. на чертеже сибирского картографа С.У. Ремезова. В 1740 г., штурман И.Ф. Елагин составил преимущественно общее физико-географическое описание. Позднее сведения дополнил С.П. Крашенинников. Не обошли вниманием Авачинскую губу в 1799 г. корабли английской кругосветной экспедиции Д. Кука. Осуществив объезд бухты и проведя замеры бухт и заливов, исследователи составили карту [2]. Впервые в сентябре 1851 г. К. Дитмар достаточно детально исследовал и составил полную геологическую карту Авачинской губы [3].

К концу XX века Камчатский регион подошёл к пику своего социально-экономического развития и военного потенциала. Авачинская губа имела важнейшее геополитическое и оборонное значение для страны. В настоящее время вдоль её береговой линии располагаются судоремонтные предприятия, военно-морские базы, причальные сооружения торгового, нефтеналивного и рыбного флотов, также она является естественным приемником всех хозяйственно-бытовых и производственных стоков. Хозяйственная деятельность, повлияла не только на экосистему бухты [4], но и на изменение её берегов, распределение грунтов и осадков. Эти показатели оказывают решающее значение при расселении организмов супралиторальной и литоральной зон, особенно массовых и структурообразующих видов.

Исследования грунтов Авачинской губы проводились преимущественно в разрезе изучения субстратов для развития гидробионтов сублиторали и обрастаний. В то время как актуальные данные о грунтах литоральной зоны для

этого района в настоящее время отсутствуют. В литературных источниках приведены лишь незначительные сведения о характеристике субстратов прибрежных зон во внутренних бухтах – Раковая, Бабьей и Завойко [5, 6, 7]. Актуальность изучения грунтов осушной зоны Авачинской губы объясняется тем, что именно здесь произрастает один из наиболее массовых видов литоральной альгофлоры – *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. Он играет важную экологическую роль по поддержанию биологического разнообразия прибрежного сообщества. Из-за высокого содержания биологически активных веществ, способности сорбировать и трансформировать загрязняющие вещества, он имеет также большую хозяйственную ценность. Несмотря на всё вышесказанное, исследований грунтов литорали бухты в контексте их пригодности для развития фукуса никем не проводились.

**Целью исследования** являлся количественный и качественный анализ грунтов прибрежной зоны Авачинской губы, преимущественно в местах произрастания *F. distichus*.

**Материалы и методы исследования.** Полевые работы в Авачинской губе проводили в 2016-2020 годах, у её городского побережья – на регулярной основе и единично – в её южной части (рис. 1). При исследовании грунтов литоральной зоны во всех районах особое внимание уделяли регистрации микропопуляций *F. distichus*, за исключением бухты Крашенинникова – места базирования атомных подводных лодок Тихоокеанского флота, из-за отсутствия постоянного доступа для проведения альгологических работ.

Наиболее полное и подробное описание методов исследований, методик выполнения работ, теоретических основ динамики морских берегов весьма детально изучены и широко освещены в специальной литературе [8-12]. Для определения берегового уклона дна и глубин использовали карту Авачинской губы (масштаб 1:25000).

В труднодоступных районах бухты применялся метод дистанционного наблюдения с борта лодки с помощью фотоаппаратуры. Собранный материал

во время полевых исследований позволил дать как качественную, так частично и количественную оценку его изменений. Обработка полученных фотографий с изображениями зон береговых секторов и работы во время высадок позволили выделить наиболее характерные черты отдельных участков береговой зоны, выявить их региональные и типологические особенности.

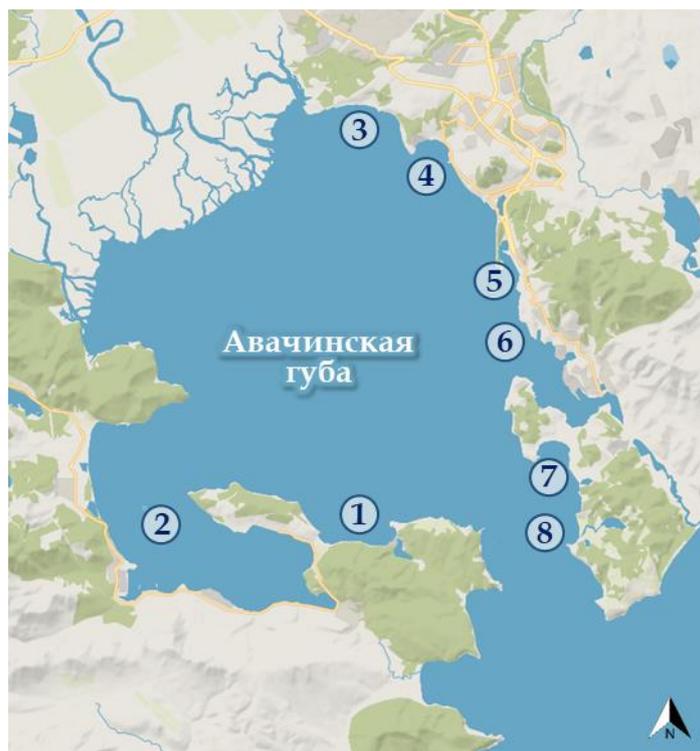


Рисунок 1 – Районы исследований грунтов Авачинской губы:

- 1 – бух. Богатырёвка; 2 – бух. Крашенинникова; 3 – бух. Моховая;  
4 – бух. Сероглазка; 5 – бух. Петропавловский ковш; 6 – мыс Санникова;  
7 – бух. Завойко; 8 – мыс Восточный.

Учитывая, что горизонтальное и вертикальное распределение водорослей зависит как от характера района, так и характера грунта, нами приводилась не только характеристика некоторых особенностей осадконакопления в Авачинской губе в связи с её интенсивным загрязнением, но и всего района исследования. Полученные результаты даны в сравнении с имеющимися литературными и архивными данными.

Первостепенным при формировании площади покрытия зарослей фукуса имеет субстрат. Описываемые берега Авачинской губы отличаются обширной мозаикой грунтов – накоплением рыхлых осадков, песков, глыб, валунов и галечников. Всё это при описании грунтов затрудняло их классификацию. Поэтому мы в своей работе пользовались классификацией для морских осадков по гранулометрическому составу (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация грунтов по гранулометрическому составу [13]

Грунт (морские осадки)	Модуль крупности фракций, мм	Размеры частиц, мм
Глыбы	1000	> 1000
Валуны: крупный, средний, мелкий	1000-500; 500-250; 250-100	100-1000
Галька: крупная, средняя, мелкая	100-5; 50-25; 25-10	10-100
Гравий: крупный, средний, мелкий	10-5; 5; 2,5; 2,5-1,0	1,0-10
Песок: крупный, средний, мелкий	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1
Алевриты: крупные, мелкие	0,1-0,05; 0,1-0,01	0,1-0,05; 0,1-0,01
Алеврито-глинистые илы	0,01 (50-70%)	0,01-0,007
Глинистые илы	0,01 (>70%)	0,01-0,007

Наиболее типичные грунты в литоральной зоне Авачинской губы представлены на рисунке 2. Среди них субстратами естественного происхождения являются валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (I); ил и песок (II); песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (III). Отдельный тип грунтов составляют трансформированные участки берега с причальными сооружениями (IV).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Ниже приведено описание каждого из исследованных и прилежащих к ним районов Авачинской губы. Южный, юго-западный и восточный берега бухты образованы склонами гор вулканического происхождения высотой 400-500 м. От мыса Безымянный до мыса Углового западный берег пролива, ведущего в Авачинскую губу, тянется на 8 км в общем направлении на север. Почти на всём протяжении берег

скалистый и обрывистый, кроме тех мест, где он прорезан долинами рек, впадающих в бухты Безымянную и Станицкого, разделённые мысом Средний. Весьма специфичен рельеф берегового склона литорали, строение которого меняется в зависимости от глубин, прибойности и представлен отвесными скалами, россыпью глыб, песком, галькой и щебнем. Изучение суточных приливов показывает, что пологий берег подвержен более высокой прибойности. На валунах, хаотично разбросанных на пляжной зоне, *F. distichus* формирует редкие куртины или встречается единично.

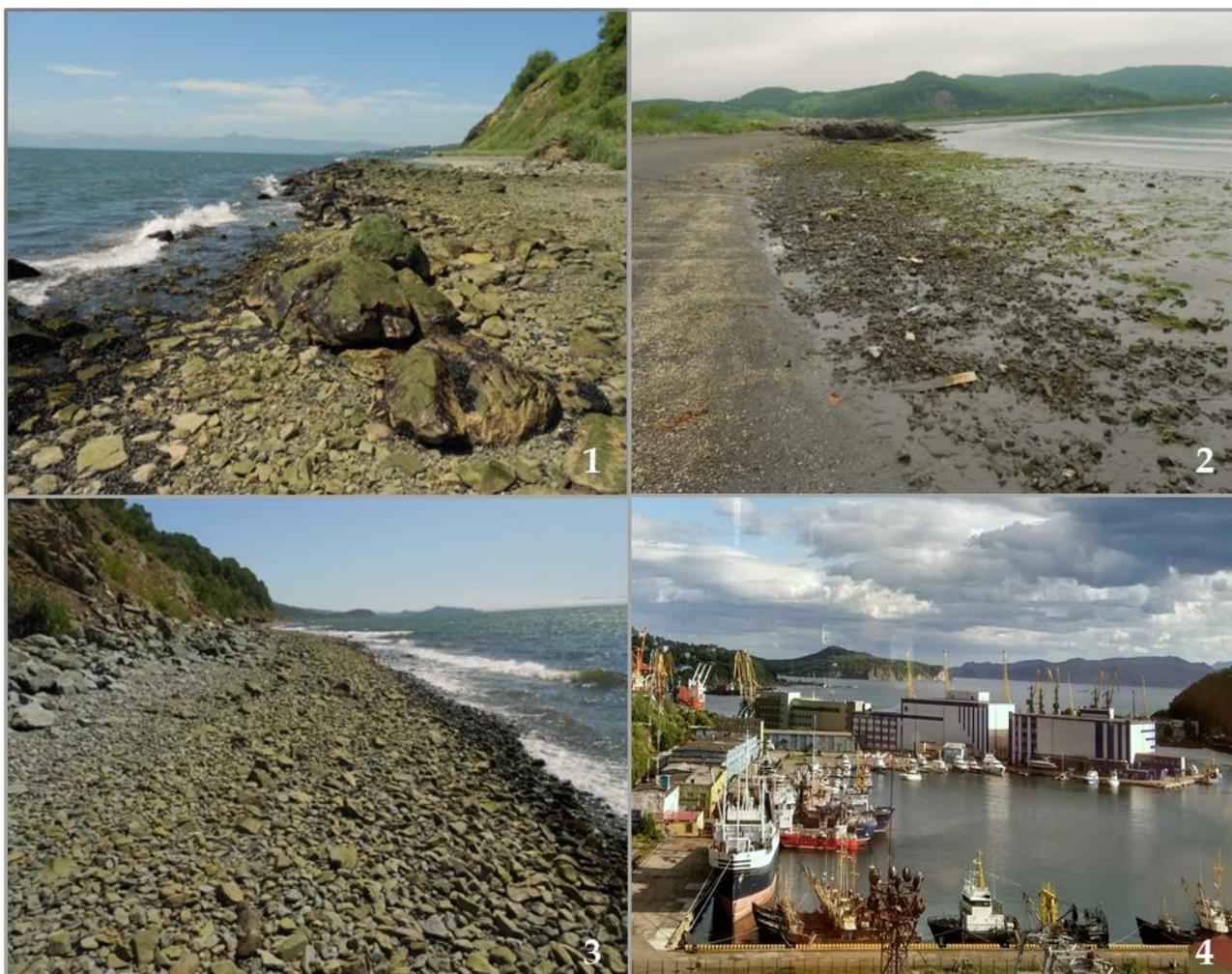


Рисунок 2 – Наиболее типичные грунты в литоральной зоне Авачинской губы:  
1 – валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (I); 2 – ил, песок (II); 3 – песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (III);  
4 – причальные сооружения (IV)

Результаты обследования грунтов литоральной зоны основных районов произрастания *F. distichus* в Авачинской губе представлены в таблице 2. Бухта Богатыревка вдаётся в берег между мысом Коса и мысом Входной (рис. 1.1; табл. 2). На низком восточном берегу бухты имеется озеро Богатырёвка. Южный берег высок и обрывист, вдоль него располагаются крупные и средние валуны, на которых основу растительности, с небольшой площадью покрытия составляет фукус. Юго-западный берег бухты низок и сложен из песка, галечника и хаотично разбросанных средних валунов, покрытых со стороны берега редкими кустиками *F. distichus*.

Таблица 2 – Процентное соотношение типа грунтов от общей протяжённости литорали Авачинской губы

№ п/п	Район	Тип грунта и его распространение (км)				Протяжённость района (км)	Наличие <i>F. distichus</i>
		I	II	III	IV		
1	Бух. Богатыревка	1,53	0,0	2,59	0,0	4,12	+
2	Бух. Крашенинникова	12,9	0,0	2,73	0,22	15,81	–
3	Бух. Моховая	0,91	0,0	4,28	0,68	5,87	+
4	Бух. Сероглазка	0,03	0,003	6,2	0,72	7,12	+
5	Бух. Петропавловский ковш	0,0	0,004	0,0	3,71	3,72	+
6	Мыс Санникова	0,02	0,0	0,95	0,0	0,98	+
7	Бух. Завойко	0,03	4,02	0,97	0,07	5,07	+
8	Мыс Восточный	0,002	0,02	0,95	0	0,97	+

Примечание: (+) – присутствует; (–) – нет данных.

Бухта Крашенинникова вдаётся в юго-западный берег Авачинской губы и отделена от неё узким гористым полуостровом Крашенинникова (рис. 1.2). Этот локальный полуостров выступает на расстоянии до 5 км к западо-северу и соединён с «материковой» Камчаткой низменным перешейком. Вход в бухту расположен между мысом Входной, западной оконечностью полуострова Крашенинникова и отстоящим к северу от него мысом Козак. Северный берег бухты преимущественно высокий и обрывистый, только в его средней части имеется узкий низменный

с валунной россыпью, галькой и гравием участок (рис. 2.1; табл. 2). Западный берег на большом протяжении низменный и сложен из песчаных и алевроитовых осадков. Берега бухты Крашенинникова приглубы. В них вдаются небольшие бухты Сельдевая и Ягодная. Бухта Крашенинникова Сельдевая имеют причальные сооружения.

В северо-западной части Авачинской губы, к северу от мыса Казак расположена мелководная, с обрывистыми берегами и узким галечным пляжем бух. Турпанка. Скалистая прибойная литораль представлена пологими участками, образованными относительно небольшими плотно сомкнутыми плоскими валунами, которые принимают на себя волны и гасят силу прибоя. *F. distichus* в таких местообитаниях встречается гораздо реже, обычно с подветренной стороны. Иногда встречаются небольшие врезанные в сушу углубления, береговая линия которых образована галечными, галечно-валунными или валунными грунтами.

Далее в северо-западной части Авачинской губы, в районе устьев рек Авача и Паратунка, имеется обширная Авачинская низменность, представляющая собой широкий конус выноса речных наносов, известная под названием Лайда. Её средняя ширина около 2 км в районе дельты р. Авача и около 4-5 км в районе дельты р. Паратунка. Общая протяжённость Лайды по береговой полосе около 11 км (от п. Авача до м. Зайчик). Береговая линия Лайды – песок и ил. Во время отлива от 50 до 70% Лайды осушается. Здесь *F. distichus* растущим нами не найден.

Северо-восточный берег Авачинской губы от мыса Авачинский тянется на 9 км к юго-востоку до полуострова Сигнальный. Берег преимущественно высокий и обрывистый; в него вдаются бух. Моховая и Сероглазка, разделённые мысом Сероглазка (рис. 1.3-4; табл. 2). Литораль отличают скалы, валунно-глыбовые россыпи и хаотично разбросанные одиночные валуны. В среднем горизонте литорали полуострова Сигнальный, где нет причальных сооружений, основу растительности составляет

*F. distichus*, достигая высокого проективного покрытия на валунах [14].

Севернее мыса Сигнальный, примерно в километре, обрывистые берега сопки Никольской плавно переходят в низменную песчано-галечную Озерновскую косу, за которой находится озеро Култучное. На хаотично разбросанных валунах *F. distichus* встречается крайне редко.

Глыбо-валунная полуприбойная литораль распространена на всём участке побережья судоремонтного завода (СРМЗ), но особенно большое покрытие приходится на побережье, расположенном вдоль сопки Мишенная. От СРМЗ до причала ООО «Терминал Акрос» основное покрытие приходится на смешанные грунты – валуны, обломки скал, мелкий галечник и песок (табл. 2). Здесь, особенно нижний горизонт литорали имеет хорошо выраженное поясное распределение фукуса. Ширина пояса может достигать до 15 м. На небольших глубинах фукус хорошо просматривается в верхнем горизонте сублиторали, опускаясь до глубины 1,4 м. На верхнем горизонте литорали городского пляжа развиты гравийные или песчаные грунты, с редкими валунами. В нижнем горизонте каменистой литорали, на вершинах уплощённых крупных валунов, отдельными куртинами, крайне редко встречается *F. distichus*.

В Авачинской губе наибольшему изменению подверглась литораль бух. Петропавловский ковш (рис. 1.5, 2.4; табл. 2). Все её побережье обустроено капитальными причальными стенками, которые распространяются вплоть до мыса Санникова. Растущие водоросли *F. distichus* нами наблюдалось здесь только на антропогенных грунтах.

Литораль вдоль мыса Санникова протяжённостью около 350-400 м сложена из смеси мелкого песка, крупного галечника, отдельных валунов с разным модулем крупности (рис. 1.6; табл. 2). Необходимо, отметить на достаточно часто здесь встречающиеся скалистые обломки и мозаика мелко- и крупновалунных грунтов. Как показали наши исследования, именно на них наблюдаются плотные поселения *F. distichus*. Покрытие может составлять 70-80 %.

Мыс Санникова является северным входным мысом бух. Раковая, которая расположена в юго-восточной части Авачинской губы и вдаётся в её восточный берег на 5,5 км в юго-восточном направлении, имея ширину при входе около 2 км. Берега в основном обрывистые; только в южной и юго-восточной частях берега низкие и пологие, окаймлены отмелью, которая местами выступает на расстояние до 500 м от береговой черты и период отлива частично сохнет. В берега бухты Раковая вдаются несколько мелких бухт – Солёное озеро, озеро Богородское, Бабья и Ильичёва.

С западной стороны бух. Раковая отделена от акватории Авачинской губы полуостровом Завойко, скалистая оконечность которого – мыс Северный – является западным входным мысом в бухту. Грунт – песок, ракушка. Дно бухты представлено илом и песком. Южный берег бухты почти на всём протяжении окаймлён отмелью, состоящей из песка и ила, водоросли-макрофиты отсутствуют. Прибрежная часть отмели частично сохнет. В её берега вдаётся несколько бухт и бухточек, среди которых выделяются озеро Солёное и Богородское. Западный и восточный берега бухты укреплены стенками, у которых оборудованы причалы.

Полуостров Завойко, расположенный в 4 км к югу от полуострова Сигнального, выступает от восточного берега Авачинской губы, его южный берег ограничивает с севера бух. Завойко, а с северо-восточной – бух. Раковая. Литораль скалистая полуприбойная, в среднем горизонте основу растительности составляет *F. distichus*.

Бухта Завойко имеет литораль береговой черты сложенную из мелкозернистого щебня и песка (рис. 1.7; табл. 2). В средней береговой черте бухты, выступом юго-восточном направлении, размытая штормами располагается площадка из остатков скалы. От неё в сторону мыса Завойко находится небольшая группа валунов, покрытая в летний сезон фукусом. Необходимо отметить, что в осенний период частые шторма способствуют к полному исчезновению водорослей-макрофитов.

Наибольшая площадь покрытия глыбами и валунами простирается вдоль восточного побережья Авачинской губы до мыса Маячный. Его протяжённость достигает 800-850 м. В волнообразных желобах достаточно комфортно *F. distichus* чувствует себя с июня до начала августа. В осенний период с усиливающимися штормами в этом районе возникают сложные течения, которые полностью уничтожают ювенильные растения фукуса.

Литораль мыса Восточного подвержена умеренно-прибойному приливу (рис. 1.8; табл. 2). На литорали верхнего горизонта собран весь спектр морских грунтов. Для этих мест характерной особенностью являются сложная береговая черта – нависающие прижимы из скальных пород 40-87 м высотой. В этом районе береговой черты *F. distichus* встречается крайне редко и единичными растениями. В зимний период плавающий лёд и частые шторма срывают остатки фукуса и уносят его в море [15].

Всё это, несомненно, способствовало резкому сокращению в зоне литорали грунтов, на которых произрастает *F. distichus*. Полученные нами результаты о распределении грунтов в исследуемых районах Авачинской губы, позволили определить протяжённость береговой полосы прибрежной зоны на которой возможно распространение фукуса (табл. 3). Она составила 35,87 км. В тоже время, протяжённость литорали с неподходящими для развития фукуса грунтами не превышала 10 км.

Таблица 3 – Типы грунтов исследованных районов Авачинской губы и их соотношение от общей протяженности береговой линии

Тип грунта	Протяжённость, км	Соотношение от общей протяжённости береговой линии, %
I	15,4	14,0
II	4,05	3,68
III	20,47	18,61
IV	5,4	4,9

Как было отмечено выше, каждый из исследованных районов Авачинской

губы характеризовался определенным соотношением типов прибрежных грунтов. Так, в литоральной зоне бухт Богатыревка, Моховая, Сероглазка и мысов Санникова и Восточный преобладали песчаники и галечники с хаотично разбросанными валунами. В бухте Крашенинникова основу береговой зоны составляли валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой и щебнем. Литораль бух. Завойко покрыта песками практически на 80 %. В прибрежной зоне бух. Петропавловский ковш не осталось естественных субстратов, в настоящее время она полностью трансформирована).

В целом в литоральной зоне Авачинской губы преобладают пески, галечники с хаотично разбросанными валунами. Значительная доля побережья также покрыта валунно-глыбовыми россыпями с подстилающими их песком, галькой и щебнем. Антропогенные субстраты занимают 11,9 %. Меншее распространение в прибрежной зоне имеют ил и пески (рис. 3).

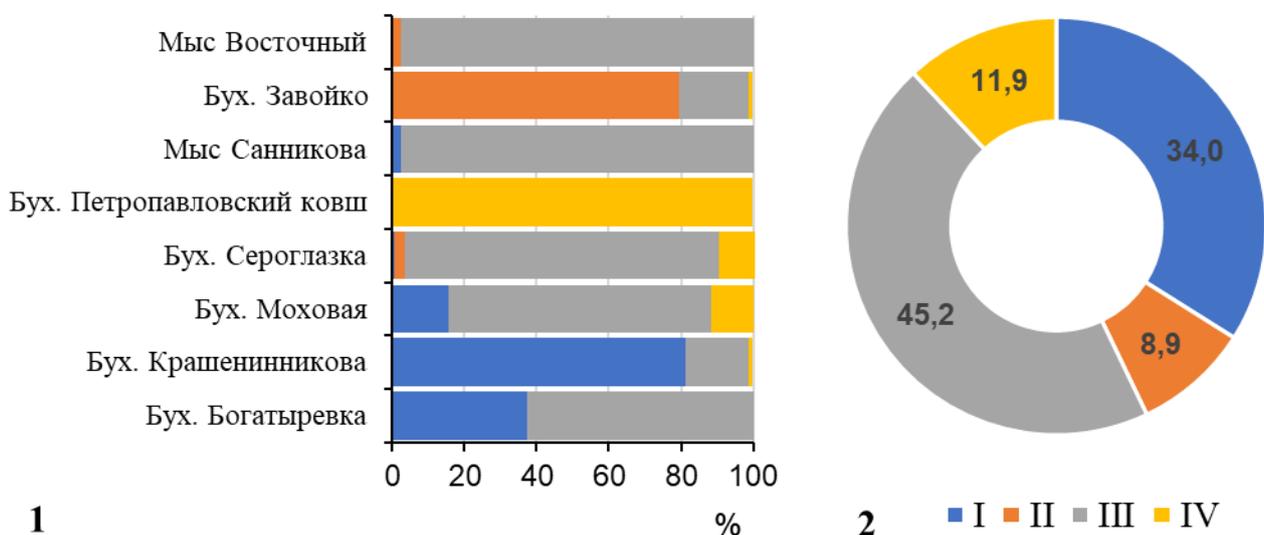


Рисунок 3 – Соотношение типов грунтов для каждого района исследования (1) и в целом для Авачинской губы (2). Типы грунтов: I – валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем; II – ил и песок; III – песок, галечник и хаотично разбросанные валуны; IV – причальные сооружения.

Движение вод в бухте определяется морскими, континентальными и антропогенными факторами. Среди морских наиболее важные – приливо-отливные течения и волны. Среди континентальных первостепенное значение имеют величина и режим речного стока рек Авача и Паратунка. К антропогенным отнесли причальные сооружения и сопутствующие инженерные коммуникации. Изменению берегов и литорали способствуют погружения и землетрясения, так современные замедленные опускания в Авачинской губе достигают 1,5 мм/год [16]. Стабилизация движений (нулевой скорости) характеризуют берег пос. Моховая и Сероглазка.

Береговая линия со стороны бух. Петропавловский ковш погружается со скоростью до 0,4 мм/год. Футшток ковша порта испытывает погружение до 1,5 мм/год, а берег южнее морского вокзала интенсивно опускается со скоростью 3,3 мм/год. В сторону океана, вдоль северо-восточной части Авачинской губы характер движения берегов более дифференцирован с общей тенденцией к поднятиям. Здесь, вдоль берега, скорости современных вертикальных движений усиливаются до 2,0 мм/год (против м. Сигнального), до 7,2 мм/год в районе Красной сопки. К Богородскому озеру скорости поднятия снова уменьшаются до 2,0 мм/год [17, 18].

Землетрясения силой 6 и более баллов с продолжительностью более 20 сек., происходящие за пределами суши на удалении 80-100 км от восточного побережья Камчатки, могут вызывать цунами с затоплением побережья всей бухты. При этом средняя величина максимального подъёма уровня океана при цунами за столетний период времени оценивается в 8,6 м, а на мысе Маячном до 11,5 м. Для Авачинской губы она составляет 2,3 м [19]. Несомненно, всё это способствует переносу грунтов и изменению береговой черты.

Поступление наносов из бассейна р. Авача достигает 730 тыс. тонн в год, причём определённая часть наносов оседает в авандельте Авачи, рост которой способствует заполнению водоёма дельтовыми осадками, которыми перекрываются морские отложения. Так в районе бух. Ягодной при удалении от

линии берега в сторону русла р. Паратунка они оцениваются от 0,4 до 2,0 мм/год. В Петропавловском ковше скорости накопления илов возрастают до 1,5-3,0 мм/год. Во фронтальной части дельты р. Авачи они увеличены до 5 мм/год и максимальны в глубоководной части Авачинской губы – 13 мм/год. Сокращению поступления песчано-обломочного материала за счёт размыва и разрушения береговой зоны способствовал режим голоценовых, а теперь и современных вертикальных движений. Несомненно, что размыв её берегов предопределён блоковым характером движений. Береговая линия у пос. Авача испытывает поднятия со скоростью 50 мм/год [20].

Мощность рыхлых отложений бухты невелика. У городского берега из-за антропогенного влияния илы доходят до глубин 14-21 м. Как правило, илы накапливаются в местах со спокойным гидродинамическим режимом, особенно в бухточках, где вследствие погружения дна мощность илов естественного происхождения достигает, по данным бурения, 5-7 м [20].

Аккумуляции и захоронению осадочного материала способствует также постоянное погружение дна центральных участков в ходе неотектонических движений, за счёт которого мощность рыхлого осадочного материала постоянно увеличивается. Правда существующее вдоль береговое течение частично выносит тонкий материал за пределы Авачинской губы, вследствие чего наиболее чистые осадки представлены песками, приуроченными именно к местам влияния вдоль берегового течения. Тем не менее, большая часть естественных осадков аккумулируется в пределах самой бухты, и прежде всего в её наиболее глубоководной части.

**Выводы.** Сооружение причалов и сопутствующих им коммуникаций, отсыпка территорий предприятий расположенных вдоль бухты, кроме прямого ущерба, наносимого экосистеме побережья уничтожением наиболее ценных в биоассимиляционном плане сообществ, нашем случае – бурой водоросли *F. distichus*, существует ещё и косвенный ущерб.

В результате отторжения части береговой зоны снижаются

биофильтрационная и биоассимиляционная способности среды, что приводит к усилению эвтрофикации прибрежных вод в целом, а это, в свою очередь, ведёт к усилению эвтрофикации и заиления как прибрежной, так и глубинной части, и, как следствие, к заморам и активизации роста микроводорослей.

Анализ количественного и качественного состава грунтов прибрежной зоны Авачинской губы в изученных районах выявил, что в структурном плане обследованная береговая полоса включает в себя четыре типа грунтов. По своему составу на литорали около 45,2 % преобладают песок, галечник и хаотично разбросанные валуны и лишь около 34,0 % приходится на валуно-глыбовые россыпи с подстилающим их песком, галькой и щебнем.

Данные о распространении грунтов прибрежной полосы Авачинской губы важны не только для прогнозирования изменений площадей поселений бурой водоросли *F. distichus*, но и для её искусственного восстановления.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Федерального агентства по рыболовству в рамках выполнения госзадания по теме НИР № госрегистрации 121031300150-3.*

Список использованной литературы:

1. Березовская В.А. Авачинская губа. Гидродинамический режим, антропогенное воздействие. Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1999. 156 с.
2. Мартыненко В. Камчатский берег: историческая лоция. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камчатское отделение, 1991. 190 с.
3. Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851-1855 гг. Часть первая. Исторический отчёт по путевым дневникам. Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2009. 37 с.
4. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука, 2001. 208 с.
5. Спасский Н.Н. Литораль юго-восточного побережья Камчатки // Исслед. дальневост. морей. 1961. Вып. 7. С. 261-311.
6. Ошурков В.В., Бажин А.Г., Буяновский А.И. и др. Видовой состав и распределение сообществ бентоса в Авачинской губе (восточная Камчатка) // Гидробиол. исслед. в Авачинской губе. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 4-14.
7. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Тараканова Т.Ф. Состав, распределение и количественная характеристика макробентоса литорали юго-восточной Камчатки // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. 2002. Т. 130. С. 228-265.
8. Арэ Ф.Э. Термоабразия морских берегов. М.: Наука, 1980. 160 с.

9. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
10. Инженерно-гидрометеорологические изыскания на континентальном шельфе. Практическое руководство / под ред. Б.Х. Глуховского. М.: Гидрометеоздат, 1993. 377с.
11. Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях. М., 1975. 240 с.
12. *Сафьянов Г.А.* Геоморфология морских берегов. М., 1996. 400 с.
13. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.
14. *Климова А.В., Капустин А.Н.* Динамика состояния популяции *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в северо-восточной части Авачинской губы в 2016-2019 гг. // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Международной научно-практической конференции. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 80-84.
15. *Капустин, А. Н., Климова А.В., Клочкова Т.А.* Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 44. С. 88-99.
16. Карты современных вертикальных движений земной поверхности на г. Петропавловск-Камчатский и прилегающие территории (по данным повторного нивелирования м-ба 1:25000 – 1:50000 – 1:100000 / Гл. редактор Ю.П. Никитенко. Хабаровск: ГУГК при СМ СССР, ПО «Дальаэрогеология», 1987. 19 с.
17. *Дмитриев В.Д., Иглин А.А.* Авачинская бухта и ее берега (вчера, сегодня, завтра) // Материалы XX Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский, 2003. С. 49-53.
18. *Го Ч.Н., Кайстренко В.М., Симонов К.В.* Методы расчёта цунамиопасности побережий. Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий. 27 МГК, Т. 6. М.: Наука, 1984. С. 133-140.
19. *Галкин И.Н., Левшенко В.Т. и др.* Выявление мелкой неоднородности земной коры в Авачинском заливе / В кн.: Сильные камчатские землетрясения 1971 г. Владивосток, 1975. С. 127-133.
20. *Чуян Г.Н., Селиванова О.Н., Лупикина Е.Г., Быкасов В.Е.* Особенности осадконакопления в Авачинской губе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. 2001. Вып. 2. С. 194-195.

#### References:

1. Berezovskaya V.A. *Avachinskaya guba. Gidrodinamicheskij rezhim, antropogennoe vozdejstvie* [Avacha bay. Hydrodynamic regime, anthropogenic impact]. Petropavlovsk-Kamchatsky, KGARF Publ., 1999, 156 p. (In Russian).
2. Martynenko V. *Kamchatskij bereg: istoricheskaya lociya* [Kamchatka coast: historical lottia]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Far Eastern Book Publ., Kamchatka branch, 1991, 190 p. (In Russian).
3. Ditmar K. *Poezdki i prebyvanie v Kamchatke v 1851-1855 gg. Chast' pervaya. Istoricheskij otchyot po putevym dnevnikom* [Trips and stay in Kamchatka in 1851-1855. Part one. Historical report on travel diaries]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Novaya kniga Publ., 2009, 37 p. (In Russian).
4. Klochkova N.G., Berezovskaya V.A. *Makrofitobentos Avachinskoj guby i ego antropogennaya destrukciya* [Macrophytobenthos of Avacha Bay and its anthropogenic destruction]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2001, 208 p. (In Russian).
5. Spassky N.N. *Litoral' yugo-vostochnogo poberezh'ya Kamchatki* [Littoral of the south-eastern coast of Kamchatka]. *Issledovaniya dal'nevostochnyh morej* [Research of the Far Eastern seas], 1961, iss. 7, pp. 261-311. (In Russian).

6. Oshurkov V.V., Bazhin A.G., Buyanovsky A.I. et al. *Vidovoj sostav i raspredelenie soobshchestv bentosa v Avachinskoj gube (vostochnaya Kamchatka)* [Species composition and distribution of benthic communities in Avacha Bay (eastern Kamchatka)]. *Gidrobiologicheskie issledovaniya v Avachinskoj gube* [Hydrobiological research in Avacha Bay], Vladivostok, DVO AN SSSR Publ., 1989. pp. 4-14. (In Russian).
7. Kusakin O.G., Ivanova M.B., Tarakanova T.F. Sostav, raspredelenie i kolichestvennaya harakteristika makrobentosa litorali yugo-vostochnoj Kamchatki [Composition, distribution and quantitative characteristics of macrobenthos of the littoral of South-eastern Kamchatka]. *Izvestiya Tihookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybohozyajstvennogo centra* [Proceedings of the Pacific Fisheries Research Center], 2002, vol. 130, pp. 228-265. (In Russian).
8. Are F.E. *Termoabraziya morskikh beregov* [Thermoabrasion of sea shores]. Moscow, Nauka Publ., 1980, 160 p. (In Russian).
9. Zenkovich V.P. *Osnovy ucheniya o razvitiya morskikh beregov* [Fundamentals of the doctrine of the development of sea coasts]. Moscow, AN SSSR Publ., 1962, 710 p. (In Russian).
10. Glukhovskiy B.H. (ed.) *Inzhenerno-gidrometeorologicheskie izyskaniya na kontinental'nom shel'fe. Prakticheskoe rukovodstvo* [Engineering and hydrometeorological surveys on the continental shelf. Practical guide]. Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1993, 377 p. (In Russian).
11. *Rukovodstvo po metodam issledovaniy i raschetov peremeshcheniya nanosov i dinamiki beregov pri inzhenernykh izyskaniyakh* [Guidelines for research methods and calculations of sediment displacement and shore dynamics in engineering surveys]. Moscow, 1975, 240 p. (In Russian).
12. Safyanov G.A. *Geomorfologiya morskikh beregov* [Geomorphology of sea shores]. Moscow, 1996, 400 p. (In Russian).
13. *GOST 25100-2011. Grunty. Klassifikatsiya* [State Standard 25100-2011. Soils. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 38 p. (In Russian).
14. Klimova A.V., Kashutin A.N. Dinamika sostoyaniya populyatsii *Fucus distichus* subsp. *evanescens* v severo-vostochnoj chasti Avachinskoj guby v 2016-2019 gg. [Dynamics of the state of the population of *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in the north-eastern part of the Avacha Bay in 2016-2019]. *Materialy 6 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana»* [Materials of the 6th International scientific and practical conference “Actual problems of the development of biological resources of the World Ocean”]. Vladivostok, Dalrybvtuz Publ., 2020, pp. 80-84. (In Russian).
15. Kashutin A.N., Klimova A.V., Klochkova T.A. Vozdejstvie ledovogo pokrova na mezhgodovye izmeneniya sostoyaniya litoral'nykh zaroslej buroj vodorosli *Fucus distichus* subsp. *evanescens* v Avachinskoj gube (yugo-vostochnaya Kamchatka) [The impact of ice cover on interannual changes in the state of littoral thickets of brown algae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in Avacha Bay (South-eastern Kamchatka)]. *Vestnik KamchatGTU* [Bulletin of Kamchatka State Technical University], 2018, no. 44, pp. 88-99. (In Russian).
16. Nikitenko Yu.P. (ed.) *Karty sovremennykh vertikal'nykh dvizhenij zemnoj poverhnosti na g. Petropavlovsk-Kamchatskij i prilegayushchie territorii (po dannym povtornogo nivelirovaniya masshtaba 1:25000 – 1:50000 – 1:100000)* [Maps of modern vertical movements of the earth's surface on the city of Petropavlovsk-Kamchatsky and adjacent territories (according to re-leveling of the scale 1:25000 – 1:50000 – 1:100000)]. Khabarovsk, GUGK, Dal'aerogeologiya Publ., 1987, 19 p. (In Russian).
17. Dmitriev V.D., Eglin A.A. Avachinskaya buhta i ee berega (vchera, segodnya, zavtra) [Avacha Bay and its shores (yesterday, today, tomorrow)]. *Materialy 20 Krasheninnikovskikh chtenij* [Proceedings of the 20th Krasheninnikov readings], Petropavlovsk-Kamchatsky, 2003, pp. 49-53. (In Russian).

18. Go Ch.N., Kaistrenko V.M., Simonov K.V. *Metody raschyota cunamiopasnosti poberezhij. Zemletryaseniya i preduprezhdenie stihijnyh bedstvij* [Methods for calculating the tsunami hazard of coasts. Earthquakes and disaster prevention]. 27 MGK, vol. 6. Moscow, Nauka Publ., 1984, pp. 133-140. (In Russian).
19. Galkin I.N., Levshenko V.T. et al. *Vyyavlenie melkoj neodnorodnosti zemnoj kory v Avachinskom zalive. Sil'nye kamchatskie zemletryaseniya 1971 g.* [Identification of shallow inhomogeneity of the earth's crust in the Avacha Bay. In the book: Strong Kamchatka earthquakes of 1971]. Vladivostok, 1975, pp. 127-133. (In Russian).
20. Chuyan G.N., Selivanova O.N., Lupikina E.G., Bykasov V.E. *Osobennosti osadkonakopleniya v Avachinskoj gube* [Features of sedimentation in the Avacha Bay]. *Sohranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchih morej* [Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas], 2001, iss. 2, pp. 194-195. (In Russian).

#### Сведения об авторах / Information about authors

<b>Кашутин Александр Николаевич</b>	научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатский государственный технический университет 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35 kashutin-an@yandex.ru
Kashutin Aleksandr Nikolaevich	Researcher of the Department of Science and Innovation Kamchatka State Technical University 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya str., 35 kashutin-an@yandex.ru
<b>Климова Анна Валерьевна</b>	кандидат биологических наук; старший научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатский государственный технический университет 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35 annaklimovae@mail.ru
Klimova Anna Valereevna	Ph. D. (Biol.); Senior Researcher of Science and Innovation Department Kamchatka State Technical University 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya str., 35 annaklimovae@mail.ru