

УДК 582.272+624.131.1

DOI: 10.47404/2619-0605_2021_3_29

Кашутин А.Н.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ ПОБЕРЕЖИЙ ПОЛУОСТРОВА
КАМЧАТКА И ПЕРСПЕКТИВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ
ВОСПРОИЗВОДСТВА БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP.
EVANESCENS В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

Аннотация. В связи с высокой хозяйственной ценностью бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens* активно изучается в нашей стране и за рубежом, но нигде в мире фукус не культивируется. Этому препятствуют сложившиеся представления о низкой скорости его роста и отсутствие биотехнике выращивания в холодных водах. Также немаловажным являются взаимоотношения фукуса с природными факторами – течением, грунтами, поверхностной температурой воды и продолжительности ледового периода. Знание объема осадконакопления, концентрации, переносе и осаждении в зоне литорали продуктов разрушения береговых пород, полученных при исследовании восточного и западного побережий полуострова Камчатка возможно составление полной картины меняющейся литорали. Как показали наши исследования – лишь всесторонние знания распространения грунтов береговой зоны помогут решить вопрос о разработке проблем рационального природопользования побережий.

Ключевые слова: *Fucus distichus*, литораль, субстраты, культивирование, побережья Камчатки, гидрометеорологические условия.

Kashutin A.N.

**CHARACTERISTICS OF GROUNDS ON THE KAMCHATKA PENINSULA
PENINSULA AND PROSPECTS OF BIOTECHNOLOGY REPRODUCTION
OF THE BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* IN
NATURAL CONDITIONS**

Abstract. Due to its high economic value, the brown alga *Fucus distichus* subsp. *evanescens* is actively studied in our country and abroad, but fucus is not cultivated anywhere in the world. This is hindered by the prevailing ideas about the low rate of its growth and the lack of biotechnology for growing in cold waters. Also important is the relationship of fucus with natural factors - current, soil, surface water temperature and the duration of the ice period. Knowledge of the volume of sedimentation, concentration, transfer and deposition in the littoral zone of the products of destruction of coastal rocks obtained in the study of the eastern and western coasts of the Kamchatka Peninsula, it is possible to compile a complete picture of the changing littoral. As our research has shown, only comprehensive knowledge of the distribution of soils of the coastal zone will help to solve the problem of developing the problems of rational nature management of the coasts.

Keywords: *Fucus distichus*, littoral, substrates, cultivation, Kamchatka coasts, hydrometeorological conditions.

Введение. Морское побережье является одной из самых выраженных естественных географических границ, которая одновременно разделяет и связывает географические структуры суши и моря или океана. Пространственные сочетания наземных и морских природных, природно-

ресурсных, инфраструктурных и хозяйственных компонентов в зоне контакта, стыка суши и моря, океана выделяются и рассматриваются нами как контактные географические структуры [1, с. 6-7].

Пограничная зона суша – вода – представляет собой особую природную структуру, которая за последние десятилетия существенно поменяла свою архитектуру. На этой сравнительно небольшой полосе гидродинамической зоны – контакта суши с водами морей и океанов природа предоставила наиболее благоприятные на планете Земля жизненные условия, для наивысшей биологической продуктивности, симбиоза растений и организмов, и регулирования газового состава атмосферы. На протяжении геологического времени здесь концентрировались в больших количествах твердые выносы – песок, галька, гравий валуны, меняя очертания береговой зоны. Несомненно, что особенно велика ее роль в будущем человечества.

Анализ научной литературы показывает, что процессы рельефообразования и осадконакопления на литорали во многих морях изучены и представлены с разной степенью точности и достоверности. Географическое положение побережий в густо населенных районах таково, что они подвержены не только изменению береговой линии, гидродинамическому воздействию, но и необратимой экологической деградации.

В Охотском и Беринговом морях экологическая обстановка остается благополучнее, но это вовсе не означает, что проблемы экологии в крае отсутствуют. В настоящее время в Тихий океан, например, сбрасывается около 10 млн. т отходов.

В прибрежных водах Камчатки идет активная добыча морских млекопитающих, но главным объектом промысла являются, конечно же, рыба и крабы. Более тревожная ситуация складывается вокруг водорослей-макрофитов. Например, до последнего времени по отношению к грунтам побережий п-ова Камчатка, где произрастает бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens* не было проведено никаких исследований.

Начало изучению флоры Камчатки положили сборы водорослей, выполненные натуралистами военных экспедиций, проводившихся в XIX в., но более пристальное внимание на водоросли обратили альгологи лишь во второй половине прошлого столетия. Проведенные исследования российскими учеными во второй половине XX столетия дальневосточных морей позволил открыть не только новые виды водорослей и морских трав, но и дать краткую характеристику субстратов, на которых они произрастают [2-4]. Однако результаты многолетних экспедиционных наблюдений авторов и других исследователей не дают исчерпывающей информации осадочного материала зон литорали побережий Камчатки.

Несмотря на многочисленные исследования бурая водоросль *F. distichus*, со стороны альгологов была незаслуженно обделена вниманием и лишь с середины семидесятых годов XX-го столетия, в связи с высокой хозяйственной ценностью, начала активно изучаться в нашей стране.

Среди многочисленных бурых водорослей, имеющих практическое использование, *F. distichus* ценится не только за свой уникальный химический состав, но за противовирусные, антиоксидантные, противовоспалительные и противоопухолевые действия. Поток фармакологических и медицинских исследований, направленных на изучение влияния биологически активных веществ, содержащихся у фукусов, на живые организмы, в том числе и на человека, активно возрастает [5-10].

Отметим также, что фукус является ценным пищевым сырьем. Традиции использования его в пищу у северных народов восходят еще к прошлым векам. Они ценили его не только за хороший вкус, но и целебные свойства. В прошлом веке, особенно после Второй мировой войны пищевое использование фукусов и других видов водорослей резко сократилось. Однако в настоящее время спрос на фукусовое сырье снова растет.

Среди известных представителей рода *Fucus*, только *F. distichus* широко распространен в литоральных альгоценозах холодных и холодоумеренных вод

Северного полушария: Арктики, северной Атлантики и северных районов Тихого океана. У Азиатского побережья от Беренгова пролива до п-ова Корея и о. Хоккайдо. Даже у берегов Китая, на жестких неподвижных грунтах он формирует обширные по площади заросли (рис. 1).

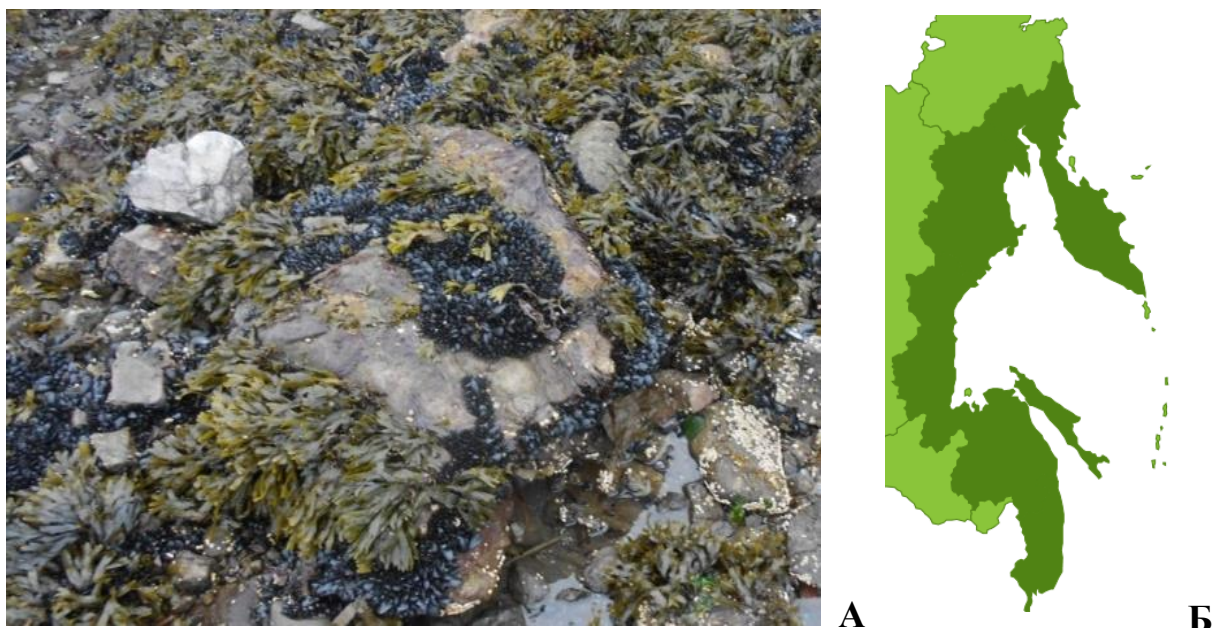


Рисунок 1 – Поселение *Fucus distichus* subs. *evanescens* на природных неподвижных грунтах – А; распространение фукуса в дальневосточных морях – Б

В зависимости от биономического типа побережья *F. distichus* может заселять разные горизонты литорали и даже супралитораль, но более всего он предпочитает средний горизонт, который в районах с высокими полусуточными приливами наиболее регулярно подвергается осушению.

Исключительная устойчивость вида к опреснению, солнечной инсоляции, гидродинамическим факторам позволяет ему подниматься в верхний горизонт или даже в супралиторальную зону. Но там, где он может довольствоваться лишь заплесками волн, он испытывает сильную ингибицию и живет не столь долго, как в зоне экологического оптимума.

Как известно, на естественном субстрате литорали, который сложен из

валунов, подстилающих скалистых пористых платформ и крупной гальке наблюдаются наибольшие поселения фукуса. Этому способствуют активный водообмен и абиотические факторы.

К сожалению, мы не всегда располагаем объективной количественной мерой оценивания изменений окружающей природной среды, а потому попытка реализовать конкретные проекты по культивированию *F. distichus* не только тормозят их разработку, а, как правило, приводят к их полному провалу. Особую остроту эта проблема приобретает в экстремальных природно-климатических условиях Камчатки, и прежде всего в местах произрастания бурой водоросли *F. distichus*, где процессы самопроизводства и регулирования подавляются природными факторами (рис. 2).



Рисунок 2 – *Fucus distichus* subsp. *evanescens*: замытый после шторма – А;
выбросы фукуса после штормов – Б и В

Прибрежная полоса мелководья – литораль находясь под воздействием гидродинамических явлений приливов, течений, изменения границ береговой черты, ледовых раносов и трансформации осадконакоплений не остается статически неподвижной. Границы распространения поселений *F. distichus* в течение года постоянно изменяются.

В настоящее время имеется большой объем научной литературы, инструкций по биотехнологии искусственного выращивания водорослей-макрофитов российскими и зарубежными исследователями [11-15]. Бурая водоросль *F. distichus*, как объект искусственного разведения в природной среде

ником не решался, поэтому нами никаких научных источников по его выращиванию не найдено.

Таким образом, все более очевидным становится необходимость получения более точных абиотических процессов, происходящих в прибрежной полосе побережий п-ова Камчатка, для создания методики его культивирования с последующим внедрением в естественную среду.

Целью исследования являлось изучение рельефообразования, распределения грунтов литорали береговой зоны полуострова Камчатка и определение влияния льда, гидродинамических процессов, на поселение *F. distichus*, и организации ее культивирования в местах его традиционного произрастания.

Материалы и методы исследования. Изучение возможности культивирования бурой водоросли *F. distichus* в зонах литорали западного и восточного побережий полуострова Камчатка ранее никем не проводились. Литературные данные не дают полной картины гранулометрического состава прибрежной полосы. Также необходимо отметить, что состав грунтов не постоянен и подвержен изменению.

Исследования побережий Камчатки проводились в 2017-2021 годах с начала апреля по ноябрь месяцы. Особое внимание уделялось поиску не только подходящих субстратов для культивирования фукуса, но и гидрологические условия для его развития от стадии зигот до фертильных растений.

При исследовании грунтов проводились наблюдения за популяциями *F. distichus* в местах круглогодичного доступа. При описании берегового уклона литорали и определения глубин использовали карты побережий (масштаб 1:50000). Большую часть наблюдений проводили с борта судна применяя фотоаппаратуру. Полученные результаты заносили в таблицы, для последующей обработки. Дальнейшая обработка фотографий позволила составить полную картину распространения субстратов не только по районам, но в целом по побережьям. Все это в дальнейшем позволило сделать выводы по возможности

культивирования *F. distichus*. При описании грунтов применялась таблица классификации морских осадков по гранулометрическому составу (табл. 1).

Таблица 1 – Классификации морских осадков по гранулометрическому составу [16]

Грунт (морские осадки)	Модуль крупности фракций, мм	Размер частиц, мм
Глыбы	1000	> 1000
Валуны: крупный, средний, мелкий	1000-500; 500-250; 250-100	100-1000
Галька: крупная, средняя, мелкая	100-50; 50-25; 25-10	10-1000
Гравий: крупный, средний, мелкий	10-5; 5-2,5; 2,5-1,0	1.0-10
Песок: крупный, средний, мелкий	1,0-0,05; 0,1-0,01	1,0-0,05; 0,1-0,01
Алевриты: крупные, мелкие	0,1-0,05; 0,1-0,01	0,1-0,05; 0,1-0,01
Алевриты-глинистые илы	0,01 (50-70 %)	0,01-0,007
Глинистые илы	0,01 (>70 %)	0,01-0,007

Результаты исследования и их обсуждение. Поворотным пунктом и началом описания камчатских побережий русскими мореходами стал 1716 год. Лишь по проложенному первопроходцами пути начало совершаться изучение земель п-ова Камчатка геодезистами И. Б. Евреиновым и Ф. Ф. Лужиным (1718-1722 гг.), М. С. Гвоздевым (1732 г.). Необходимо уточнить, что подробного описания рельефа береговой черты выполнено не было. Лишь участник Второй Камчатской экспедиции, штурман И.Ф. Елагин, под руководством В.И. Беринга составил подробную карту побережий.

Однако детальных исследований грунтов побережий Камчатки проведено не было. В основном в своих описаниях и составлении подробных карт мореходы уделяли внимание безопасному мореплаванию.

Только с конца XIX – начала XX столетий, с освоением побережий, началось более подробное описание гранулометрического состава Охотского и Берингова морей, включая Тихий океан. Большой вклад в эти исследования внесли П.Л. Безруков (1960), А.П. Лисицын (1961, 9.1994), А.С. Астахов (2008). Говоря о морфологии прибрежных структурах Западной и Восточной Камчатки,

необходимо отметить, что окончательно современная береговая линия сложилась около 5000 лет тому назад [17-20]. К этому периоду полностью сформировалась ныне существующее побережье полуострова Камчатка (рис. 3).

По характеру рельефообразования и седиментации морфолитогенез в зоне литорали побережий имеет значительное отличие от морфолитогенеза на прибрежной зоне, так как на рубеже суши и моря, наиболее активно взаимодействуют основные оболочки Земли: литосфера, гидросфера и атмосфера. Обломочный материал сносится в зону приливов и отливов и распределяется энергетически мощными волновыми процессами в соответствии с гидравлической крупностью.

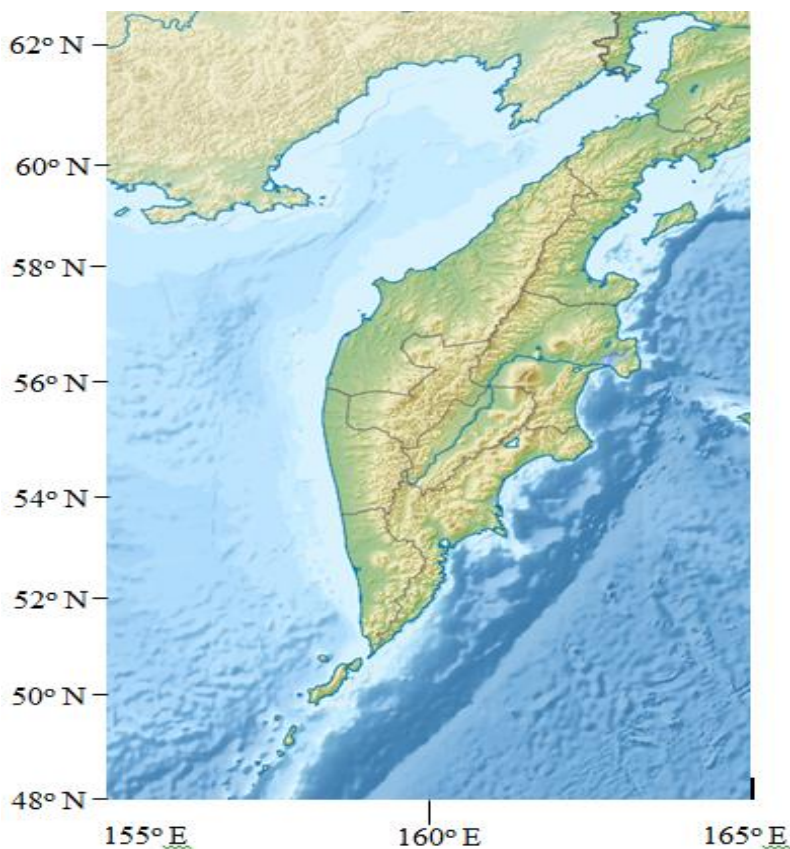


Рисунок 3 – Современная географическая карта
побережья полуострова Камчатка

В результате приливо-отливных колебаний вод Тихого океана от мыса Лопатка до мыса Усть-Камчатский и от мыса Кригуйгун до мыса Олюторский

водами Берингова моря, а также сейсмических колебаний восточный берег Камчатки имеет сложный рельеф, переходящий от плавной береговой полосы в крупные заливы: Олюторский, Корфа, Озерной, Усть-Камчатский, Кроноцкий и Авачинский, и наличием полуостровов: Кроноцкий, Усть-Камчатский и Озерной. Многочисленные малые и большие реки прорезая прибрежную полосу, впадают в воды Берингова моря и Тихого океана.

Неразрывная геологическая связь литорали с прилегающими областями побережья в большинстве случаев совершенно очевидна. Не вызывает сомнения и осадконакопления в зоне литорали. Структурно-тектоническое положение береговой зоны отражается на характеристике грунтов, сложившихся как в геологическом строении полуострова Камчатка, так и периодическом их замещении и переносе при современном активном вулканизме.

По сравнению с геолого-тектоническим положением прибрежной зоны в формировании различных типов грунтов гораздо большую роль играет климат. Именно метеорологические условия Камчатки – температура, давление, скорость и направление ветра, влажность и количество осадков во многом определяют энергию гидродинамических факторов. В не меньшей степени зональность типов грунтов в литоральной зоне обусловлена и терригенными процессами, а именно характером мобилизации и сноса осадочного материала с береговой черты.

Основная часть берегов имеет абразионное происхождение и представлена сочетанием берегов, сложенных кристаллическими породами, и берегов, которые формируются на четвертичных отложениях. Средняя высота последних составляет около 40 м, а скорость размыва достигает 1–2 м в год. Береговая линия в основном изрезана слабо. Берега скалистые, большей частью обрывистые и крутые. Среди абразионных берегов представлены следующие типы: собственно, абразионно-солифлюкционные (зал. Корфа), абразионно-лагунные (Олюторский залив) и абразионно-бухтовые (северная часть Карагинского залива).

Кроме абразионных, выделяется лагунный тип берегов с большим количеством крупных лагун, частично отшнурованных от морской акватории косами. Этот тип широко представлен в северо-западной части акватории и на юге Карагинского залива. Для южной части Олюторского залива типичны фиордовые берега.

По режиму неотектонических движений отмечается чередование участков незначительного поднятия (в южной части акватории) с участками незначительного опускания (северная часть акватории) и относительно стабильными участками (центральная часть).

Таким примером могут служить от мыса Лопатка в северном направлении высокие горные хребты, склоны которых отвесно спадают к воде скалистыми обрывами значительной высоты. Обвалы сформировали в береговой зоне хаотичное нагромождение валунов, на которых практически нет никаких водорослей-макрофитов (рис. 4).

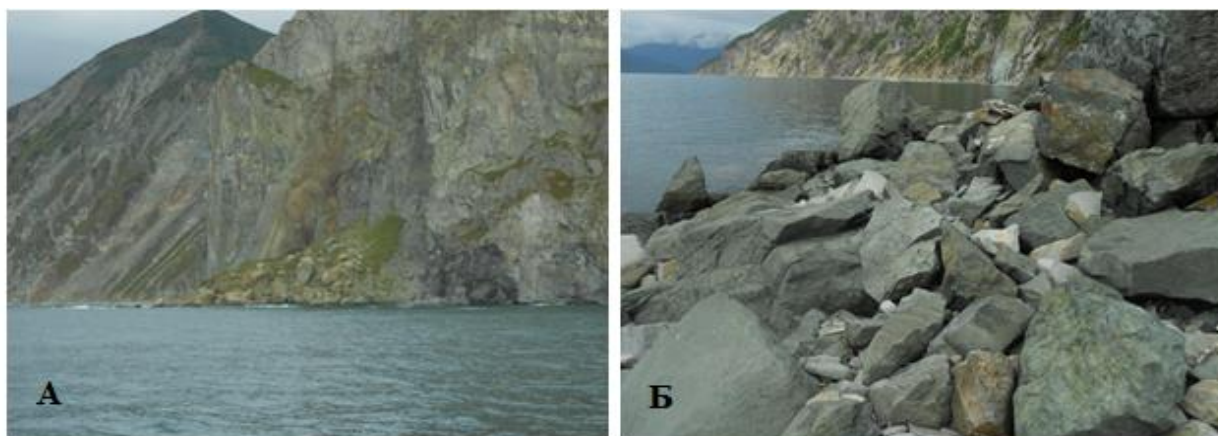


Рисунок 4 – Скалистые обрывы восточного побережья – А; обвалы из крупных валунов без водорослей-макрофитов – Б

Берега Карагинского залива имеют другой вид. Горы здесь расположены дальше от залива. Берега низкие, окаймлены широкими песчано-галечными пляжами. К северо-востоку от Карагинского залива горы вновь подступают к морю. Там, где горные хребты простираются параллельно берегу, он, как правило, высок, обрывист и мало изрезан. Рельеф дна на всем протяжении

восточного берега сравнительно ровный. Он характеризуется наличием узкой материковой отмели и крутого материкового склона.

На участке между Кроноцким и Карагинским заливами прибрежные горы располагаются группами, которые спускаются к воде, переходящие пологий низкий берег, с песчано-галечным пляжем (рис. 5, А).

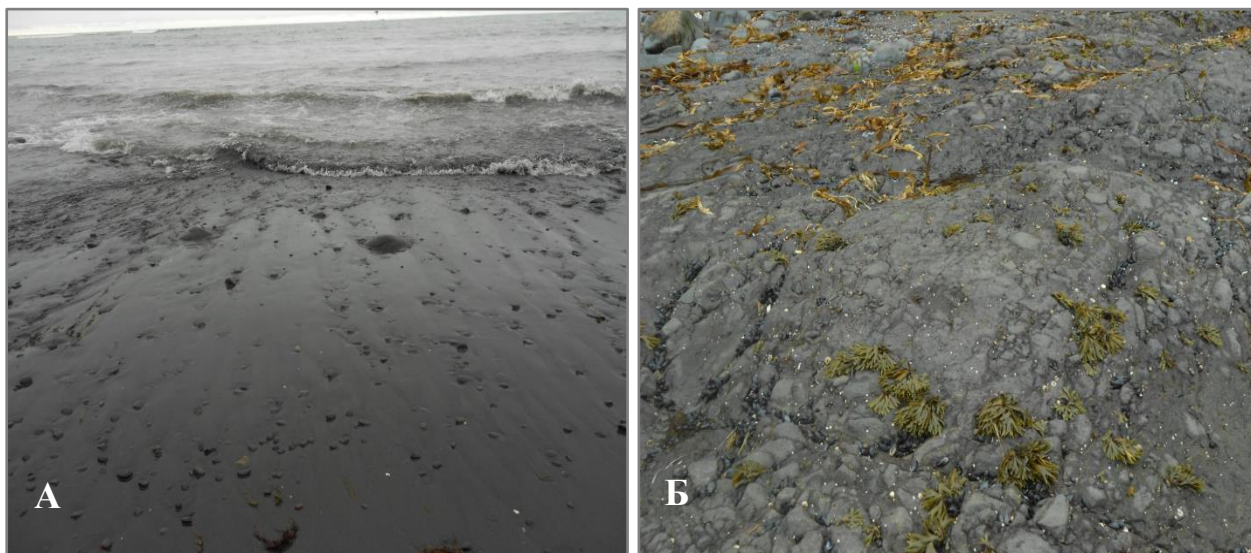


Рисунок 5 – Песчано-галечный пляж – А; *F. distichus* небольшими куртинами на скалистом берегу с большим выходом твердых пород – Б

Олюторский залив расположен между полуостровами Говена на западе и Олюторский на востоке, Длина 83 км, ширина на входе 228 км. Образует бухты Лаврова и Сомнения. Берега мыс. Говен скалистые с большим выходом твердых пород. Из-за длительного воздействия льда, гидродинамических приливо-отливных нагрузок, фукус имеет покрытие небольшими куртинами (рис. 5, Б). На большей части Олюторского залива распространены песчаные пляжи, лишённые *F. distichus*. На защищенной от прибоя опресняемой песчаной литорали бухт Остовой и Вестовой фукус не развивается. На литорали представленным более жестким грунтом – щебнем, *F. distichus* также не присутствует.

Литораль Карагинского залива в нижнем горизонте илистая, средний горизонт – крупный песок с подстилающим черным илом. В северный берег

бухты Карага прижатая сопками углубляется в берег бухта Оссора, где большей частью наблюдается широкая песчано-илистая осушка, но благодаря присутствию крупных камней, являющихся благоприятным субстратом, *F. distichus*, обнаруживается в большом количестве. При входе в бухту с южной стороны за мыс. Ложно-Кузмищева берет свое начало каменисто-песчаная литораль. Из-за впадающих бухту речек литораль местами замывается илом, что не мешает на хаотично разбросанных камнях нижнего горизонта литорали, находиться неширокому поясу фукуса. В верхнем горизонте, где хаотично разбросаны валуны, напротив, *F. distichus* не произрастает. В нижнем горизонте литорали пос. Оссора просматривается песчаный грунт. В заливе Корфа литораль открытого прибоя скала. В вершине бухты Гека галечная литораль, переходящая в песок в районе пос. Корф. Фукус заселяется только на твердых грунтах – скала, хаотично разбросанные камни и обломки скал.

Западная акватория Берингова моря относится к субарктической тихоокеанской области и находится под влиянием Сибирского максимума – области высокого давления, занимающей восточную часть Евразии. Это обуславливает холодный и сухой климат континентального типа. В зимний период около 50-70 % наблюдаются северо-западные и северо-восточные ветры. В рассматриваемой акватории скорость ветра в прибрежной зоне стабильна и определяется 6-8 м/с. В осенне-зимнее время скорость ветра достигает 35-40 м/с, продолжительность штормов увеличивается до 17-22 дней в месяц. В южной части рассматриваемого района в летнее время определенное значение для режима осадконакопления имеют волны, порождаемые тайфунами. В теплое время в прибрежных районах преобладают юго-западные, южные и юго-восточные ветры со скоростью в 4-5 м/с.

Температура поверхностных вод, соленость, высота волн и ледовый режим восточного побережья представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, зимой вся северная часть замерзает, а южная у берегов Камчатки, в конце зимы покрывается льдом. В тихую погоду при низкой

температуре воздуха образование обширных площадей льда может происходить в несколько часов. Длительность ледового покрова составляет в прибрежном районе до 182 суток. По ледовым условиям волнение на мелководье определяет процессы осадконакопления в течение 5-7 месяцев в году.

Таблица 2 – Гидрологические характеристики восточного побережья Камчатки [27]

Район наблюдений	Температура воды, °С			Соленость воды, ‰			Высота волн, м			Ледовый режим
	Среднегодовая	Максимальная	Минимальная	Среднегодовая	Максимальная	минимальная	Максимальная	Тип волнения	Период волн, с	Число дней со льдом
Олюторский залив	3,2	16,4	-1,8	30,8	34,8	16,2	3,0	ЗВ	8,86	182
Карагинский залив	3,4	19,3	-1,8	30,6	35,7	18,1	2,0	ВВ	4,7	143
Залив Озерной	3,6	17,3	-1,8	29,1	32,7	6,5	3,0	ЗВ	8,4	191
Камчатский залив	4,4	18,7	-1,7	29,1	34,3	7,2	1,5	ЗВ	7,1	105
Кроноцкий залив	5,8	17,9	-1,7	28,3	33,6	11,9	2,5	ВВ	12,1	92
Авачинский залив	3,5	15,6	-1,7	32,2	34,2	28,1	2,5	ЗВ	10,8	26

Примечание: ЗВ – зыбь и ветровое волнение, ВВ – ветровое волнение.

Восточное побережье характеризуется сложной системой приливов: в северной части отмечаются неправильные полусуточные, в южной – неправильные суточные. В целом их величина составляет около 2,5 м. Скорости приливо-отливных течений достигают на мелководье 1,0 м/с. В целом приливо-отливные течения оказывают большое влияние на характер литодинамических процессов и распределение осадков, вынося тонкодисперсный, а иногда и песчаный материал с мелководья на более глубоководные участки дна. Вдоль восточного побережья проходит постоянное

течение, берущее начало в Анадырском заливе и направленное первоначально на юго-запад, а затем на юг. Оно дает начало холодному Камчатскому течению.

Суточные амплитуды температуры воды очень малы и составляют в среднем около 1-2 °С. В течение года наибольшие и наименьшие температуры воды на поверхности прибрежных вод наступают в августе до 19,3 °С а в январе опускается до минус 1,8 °С.

Соленость в прибрежных водах восточного побережья всегда ближе к солености Тихого океана и в течение года в среднем составляет 30,0 ‰, в зимнее время в Карагинском заливе – 35,7 ‰. Исключением является Камчатский залив, где соленость в прибрежной полосе может в летний период, во время максимального стока пресных вод, уменьшаться до 7,2 ‰. Такое понижение солености обуславливается большим притоком пресных вод р. Камчатка. В физико-географическом отношении соленость вод Тихого океана и Берингова моря содействует некоторому смягчению климата как в океане, так и в прибрежной полосе, что препятствует замерзанию морских вод, тем самым обуславливает в зоне литорали продолжительное соприкосновение *F. distichus* с атмосферой, а это в свою очередь способствует фертилизации рецептакулов фукуса.

Западное побережье п-ова Камчатка пролегает между широтами 50°50' N и 60°20' N на расстоянии около 650 миль и на всем протяжении омывается только Охотским морем. От мыса Лопатка западное побережье к северу до параллели 55°30' N идет почти по меридиану с очень легким уклоном к западу, однако в широте, между реками Колпакова и Ича, отклонение в этом направлении становится более заметным.

В течение 17 тыс. лет формированию современной береговой линии способствовали: тектонические процессы, приливо-отливные течения и воздействие льда.

Западное побережье п-ова Камчатка начинается от мыса Лопатка с небольшого участка скалистого берега, где можно встретить небольшие

поселения *F. distichus*. От упомянутого мыса к северу, всего на расстоянии 50 миль, крайняя южная часть побережья возвышена, наиболее высокий и скалистый берег в районе мыс Сивучий (рис. 6, А). С дальнейшим продвижением к северу к реке Озерной, переходят в невысокие песчаные, переходящие близ реки Явиной, в 10 милях севернее, в совершенно низменное песчано-гравийное побережье. Такая не изрезанная однообразная береговая линия наблюдается до м. Хайрюзова (рис. 6, Б).

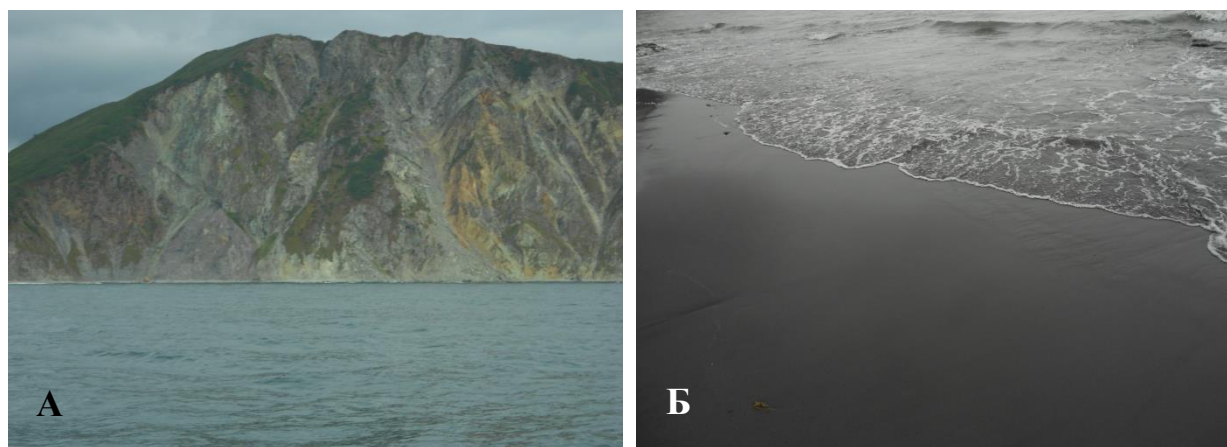


Рисунок 6 – мыс Сивучий – А; песчано-гравийное побережье от реки Озерной до м. Хайрюзова

Далее к северу до мыса Хайрюзова преобладает низменное побережье. Оно не изрезано, только иногда со стороны материка подходят к морю небольшие по площади песчаные породы и обрывы, которые размываются, во время осенне-зимних штормов. Приблизительно у параллели 57° N, в районе мыс Хайрюзова, начинается наиболее заметное уклонение побережья к востоку. По мере продвижения на север, до устья реки Тигиль, можно наблюдать подход внутриматериковой возвышенности к морю. В архитектуру береговой черты на протяжении всего побережья добавляются каменные россыпи и валуны.

Наиболее изрезанным на всем западном берегу районом является участок побережья между параллелями 57° N и 58° N. Здесь, кроме выступающего в море мыс Хайрюзова, отходят массивы Уткольский и Омгонский, образованный каждый совершенно самостоятельными, не имеющими связи с главным хребтом

и группами значительных возвышенностей. Севернее реки Тигиль берег вновь тянется почти совершенно прямолинейно. Если здесь и выдаются в море отдельные выступы берега, – они не в состоянии нарушить общей слабо развитой береговой линии. И только от мыса Утхолок начинается гряда высоких обрывов, сложенных из скал и камней, длина которых может достигать десять и более километров. В местах выхода к побережью речных долин, береговой склон имеет резкое отличие от привычной картины всего выше описанного ландшафта. Это объясняется большим выносом реками ила, гальки и песка. Также основными факторами формирования гранулометрического состава в устьях рек являются как приливо-отливные явления, так и система сложных прибрежных течений. В течение года пляж на этих участках имеет значительные изменения в своем составе – они могут быть покрыты как песчано-гравийной смесью, так и обломками каменных россыпей и песка, которые доставляются льдинами, сорванными во время сильных штормов.

Охотское море принадлежит к очень холодным бассейнам. Здесь в августе температура воды от 14 до 14 °С, а в северной даже немного ниже. Температура в 17-18 °С встречается только в южной части моря. Зимой море замерзает и на обширных пространствах покрывается льдом. Ледовый припай в зоне литорали может сохраняться до 7-8 месяцев. Весенние шторма, взламывая лед наносят большой ущерб фукусу, так как из-за сильных штормов и частых подвижек льда фукус истирается (рис. 7).



Рисунок 7 – Истертый фукус на камнях литорали Охотского моря

Общее среднегодовое циклоническое движение вод Охотского моря определяет как водный, так и воздушный температурный режим. Постепенное понижение среднегодовых показателей температуры воды происходит с юга на север от 3,9 °С до –1,9 °С (табл. 3).

Таблица 3 – Гидрологические характеристики западного побережья Камчатки [27]

Район наблюдений	Температура воды, °С			Соленость воды, ‰			Высота волн, м			Ледовый режим
	Средне-годовая	Макси-мальная	Мини-мальная	Средне-годовая	Макси-мальная	Мини-мальная	Макси-мальная	Тип волнени	Период волн, с	Число дней со льдом
Мыс Лопатка	3,9	13,9	-1,9	32,0	34,7	19,7	2,0	ВВ	11,2	38
Охотское море	4,5	14,0	-1,9	30,9	33,7	24,3	8,8	ВВ	14,0	250
Залив Шелихова	3,6	10,0	1,9	31,3	33,7	25,0	4,1	ВВ	8,9	269

Примечание: ВВ – ветровое волнение.

Амплитуды приливов находятся в огромной зависимости от местных условий. По большей части у берегов выдающихся в море мысов, и там где береговая черта не делает больших изгибов внутрь полуострова и где рельеф дна имеет ровный характер, амплитуды приливов не превышают 1,5-2,0 м. Скорости приливных течений, особенно в узких заливах, могут достигать 9-12 м/с. В прибрежной зоне не превышает 3-4 м/с. Высота волн колеблется от 2,0 м у мыса Лопатка и может достигать своего максимума на севере Охотского моря – 8,8 м. Наибольшее число дней со льдом – 269 – приходится на залив Шелихова. Соленость прибрежных вод напрямую связана с соленостью Охотского моря и в среднем составляет 31,4 ‰.

Исследование гранулометрического состава побережий Камчатки показало, что в целом им свойственен следующий состав: скалистое дно выход пород – 7 ‰; валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна практически

имеет присутствие вдоль всей береговой полосы и достигает около 80 %; мелкий галечник, крупные пески – величина не постоянная и зависит от гидродинамического влияния, течений, льда и в среднем достигает 76 %; мелкие пески, ил подвержены еще большему перемещению и иногда распространяются на больших участках, особенно в устьях рек (рис. 8).

Проведенные исследования побережий полуострова Камчатка показали, что изменения площадей покрытия бурой водоросли фукус в природных условиях может достигать 40 % и более, как в сторону увеличения, так и уменьшения.

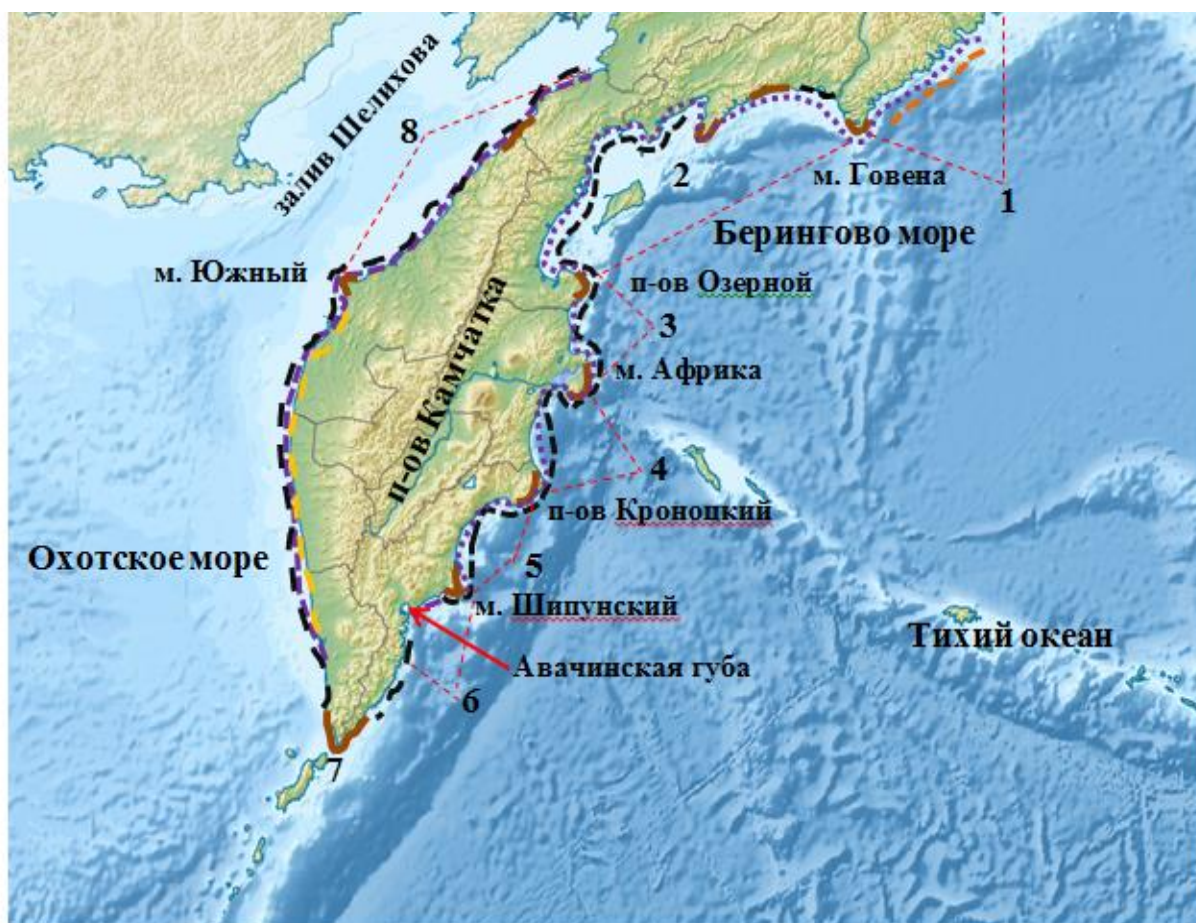


Рисунок 8 – Гранулометрический состав побережья Камчатки: ■ – скалистое дно, выход пород; — — — валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; — — — мелкий галечник, крупные пески; — — — — мелкие пески, ил. Районы наблюдений: 1 – Олюторский залив; 2 – Карагинский залив; 3 – Озерной залив; 4 – Камчатский залив; 5 – Кроноцкий залив; 6 – Авачинский залив; 7 – м. Лопатка; 8 – залив Шелихова

В августе 2021 года были проведены исследования в рамках мониторинга основных параметров водной среды в прибрежных районах бухты Вилючинской (Авачинский залив), а также для изучения восстановительного потенциала бурой водоросли *F. distichus* прибрежных экосистем юго-восточной Камчатки в районах её массовой гибели (рис. 9).

С помощью профилографа (AAQ-PINKO) были измерены температура воздуха у поверхности и на глубине с интервалом в пять метров, рН воды, мутность, солёность, процент растворенного кислорода, хлорофилл и гранулометрический состав зоны прилива и отлива – литораль.

По полученным результатам оказалось, что вода у поверхности в Вилючинской бухте была теплее среднестатистической на 0,3-1 °С. На входе в бухту, до глубины 15 м, была зафиксирована температура столба воды – 15 °С, что выше среднестатистических показателей для данной изобаты и, только начиная с глубины 20 м, она снижается до 10 °С.

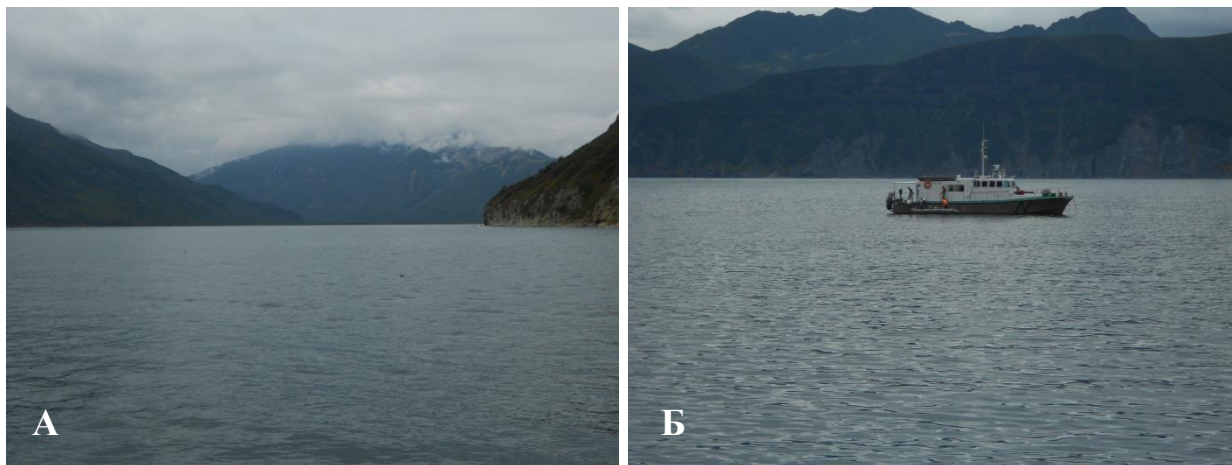


Рисунок 9 – Бухта Вилючинская (Авачинский залив) – А; исследование Вилючинской бухты – Б

При обследовании Вилючинской бухты 16 августа температура поверхности воды в этих же точках была сопоставима с 30 августа, а вот столб воды за две недели значительно повысился. Сравнение температуры показало, что на глубине 10 м она увеличилась на 3-4 °С. Разница между температурой поверхности и на изобате 10 м составляет менее 0,5 °С.

Выводы. На основании изложенного о влиянии динамических факторов на осадконакопление восточного и западного побережий п-ова Камчатка можно прийти к выводу, что деятельность этих факторов (постоянные и приливо-отливные течения, волновое воздействие, льды) на формирование субстрата побережий не одинаково в разных местах (табл. 4). Она зависит от климатической зональности, архитектуры береговой черты и ряда местных условий.

Таблица 4 – Типы грунтов литоральной зоны Западного и Восточного побережий Камчатки

№ п/п	Район	Гранулометрический состав
Восточное побережье		
1	Олюторский залив	Мелкий галечник, крупные пески; мелкие пески, ил.
2	Карагинский залив	Дно скалистое, выход пород; валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил
3	Залив Озерной	Валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил
4	Камчатский залив	Валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил
5	Кроноцкий залив	Дно скалистое, выход пород; валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил
6	Авачинский залив	Мелкий галечник, крупные пески
7	Мыс Лопатка	Скалистое дно, выход пород; валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна
Западное побережье		
8	Охотское море	Валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил
9	Залив Шелихова	Дно скалистое, выход пород; валунно-галечно-гравийные с выходом скалистого дна; мелкие пески, ил

Приливо-отливные значения особенно значительны на восточном побережье, несколько слабее чем в западном.

Волновое воздействие зависит от силы и продолжительности волнений на протяжении года и от продолжительности безлёдного времени или волновой экспозиции. В северных районах побережий волновая экспозиция в несколько раз превышает таковую в южной части полуострова.

Приливы и отливы можно уподобить большой волне с периодом

колебаний около суток, причем эта волна проникает на глубины побережий, недоступные ветровым волнам.

Приливо-отливные течения действуют на донные осадки побережий так же, как и волны. Одновременно с перемещением частиц к берегу и от берега, как в волновом поле, происходит постепенное их смещение вниз по склону, а также горизонтальное расширение, связанное с воздействием постоянных течений. Несомненно, здесь сконцентрировано действие всех динамических факторов. Также внутренние волны, при благоприятных условиях рельефа (устья рек) могут распространять свое влияние на изменение русла рек на больших площадях.

Роль льдов как агентов транспортировки осадочного материала максимальна в заливах: Олюторский, Карагинский, Озерной, Камчатский и Шелихова. Намного ниже прослеживается их роль в южных районах полуострова.

Полученные данные представляют большой интерес для выбора мест искусственного восстановления *F. distichus* на восточном и западном побережьях полуострова Камчатка. Однако, учитывая суровые климатические условия, длительное воздействие льда на литораль, сильное гидродинамическое воздействие на ювенильные растения, отдалённость пригодных мест для культивирования фукуса, отсутствие подъездных путей в зимний период (высота снега достигает 2,5-3 м) культивирование *F. distichus* экономически не выгодно.

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

Список использованной литературы:

1. Корчмит В.А. Перспективы устойчивого развития регионов проживания народов Севера: Монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. Герцена, 2002. 415 с.
2. Березовская В.А., Клочкова Н.Г., Ляндзберг Р.А. Морские растительные ресурсы Камчатки и их использование // Тез. докл. Рос.-Яп. симпози. Петропавловск-Камчатский, 1995. С. 22-23.
3. Блинова Е.И. Основные водоросли северо-восточной части Охотского моря // Новости сист. низш. раст. 1968. С.33-38.

4. *Виноградова К.П.* Видовой состав водорослей на литорали и сублиторали северо-западной части Берингова моря // *Новости сист. низ. раст.* 1973. Т. 10. С. 22-28.
5. *Беседнова Н.Н., Крыжановский С.П., Кузнецова Т.А., Смолина Т.П., Макаренко И.Д., Маляренко О.С., Ермакова С.П., Запорожец Т.С.* Антивирусное действие и патогенетические мишени сульфатированных полисахаридов морских водорослей при гриппозной инфекции // *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2018. Т. 75. С. 5-19.
6. *Иванушко Л.А., Имбс Т.И.* Сравнительное изучение цитокинидуцирующих свойств фукоидана из бурой водоросли *Fucus evanescens* и его производных // *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2017. № 3(70). С. 60-62.
7. *Имбс Т.И.* Полисахариды и низкомолекулярные метаболиты некоторых массовых видов бурых водорослей морей Дальнего Востока России. Способ комплексной переработки водорослей: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Владивосток. 2010. 25 с.
8. *Крыжановский С.П., Кузнецова Т.А., Гельцер Б.И., Запорожец Т.С., Ермакова С.П., Беседнова Н.Н.* Фукоидан из бурой водоросли *Fucus evanescens*: новые перспективы в лечении атеросклероза // *Российский журнал биотерапии.* 2017. Т. 16, № 1. С. 82-87.
9. *Кузнецова Т.А., Запорожец Т.С., Макаренко И.Д., Тимченко Н.Ф., Беседнова Н.Н., Звягинцева Т.Н., Шевченко Н.М., Мандракова Н.В., Мельников В.Г.* Пребиотический потенциал полисахаридов из бурой водоросли *Fucus evanescens* и значение для клинического использования // *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2012. № 1. С. 37-40.
10. *Перервенко О.В., Меджидова Х.М., Каиутин А.Н.* Адаптивные изменения в работе иммунной системы у жителей Камчатки и изучение возможности иммунокоррекции с использованием морской бурой водоросли *Fucus distichus* // *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы X Всерос. научно-практ. конф. (19-21 марта 2019 г.). Петропавловск-Камчатский.* 2019. С. 54-58.
11. *Макаров В.Н., Джус В.Е., Матишов Г.Г., Хохряков К.Б., Воскобойников Г.М., Денисенко Н.В., Шошина Е.В.* Научно-практические аспекты культивирования ламинарии сахаристой в Баренцевом море. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1986. 35 с.
12. *Немова Н.Н., Шкляревич Г.А.* Экология водорослей-макрофитов карельской акватории Белого моря как объектов марикультуры // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки.* 2009. № 9(103). С. 17-27.
13. *Силкин В.А., Хайлов К.М.* Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. Л.: Наука, 1988. 230 с.
14. *Haug A., Myklestad S., Larsen B., Smisdrod O.* Studies on the sequence of uronic acid residues in alginic acid // *Acta Chem. Scand.* 1967. Vol. 21. P. 691-704.
15. *Noda H., Amano H., Arashima K., Nisiza K.* Antitumor activity of marine algae // *Hydrobiologia.* 1990. № 204/205. P. 577-584.
16. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.
17. *Watanabe M.M., Kawachi M., Hiroki M., Kasai E.* NIES – Collection List of Strains, Sixth Edition, 2000, Microalgae and Protozoa. Microbial Culture Collections, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan, 2000. 159 p.
18. *Безруков П.Л.* Донные отложения Охотского моря // *Труды института океанологии АН СССР.* 1960. Т. 32. С. 15-95.
19. *Лисицын А.П.* Ледовая седиментация в Мировом океане. М.: Наука, 1994. 448 с.
20. *Астахов А.С.* Позднечетвертичное осадконакопление на шельфе Охотского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1986. 140 с.
21. *Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г.* Берега. М.: Мысль, 1991. 479 с.
22. *Селиванов А.О.* Изменение уровня Мирового океана в плейстоцене – голоцене и развитие морских берегов. М.: Ин-т водных проблем РАН, 1996. 268 с.

23. Douglas B.C., Kearney M.S., Leatherman S.P. Sea Level Rise: History and Consequences. San Diego: Academic Press, 2001. 232 p.
24. Bourgeois J., Pinegina T.K., Ponomareva V.V., Zaretskaia N.E. Holocene tsunamis in the southwestern Bering Sea, Russian Far East and their tectonic implications // The Geol. Soc. Amer. Bull. 2006. Vol. 11(3/4). P. 449-463.
25. Pinegina T., Bourgeois J., Bazanova L. et al. Millennial-scale record of Holocene tsunamis on the Kronotskiy Bay coast, Kamchatka, Russia // Quaternary Research. 2003. Vol. 59. P. 36-47.
26. Трямкина Е.А., Бородина В.В. Экологические проблемы Авачинской бухты // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 79-80.
27. Ежегодные данные о режиме и качестве морей и морских устьев рек // (ФГБУ «Камчатское УГМС»). Петропавловск-Камчатский. 2020. 79 с.

References:

1. Korchmit V.A. *Perspektivy ustojchivogo razvitiya regionov prozhivaniya narodov Severa* [Prospects for sustainable development of the regions inhabited by the peoples of the North]. St. Petersburg, Russian State Pedagogical University named after Herzen Publ., 2002, 415 p. (In Russian).
2. Berezovskaya V.A., Klochkova N.G., Lyandzberg R.A. Morskie rastitel'nye resursy Kamchatki i ih ispol'zovanie [Marine plant resources of Kamchatka and their use]. *Tezisy докладов Rossijsko-Yaponskogo simpoziuma* [Abstracts of the reports of the Russian-Japanese Symposium]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1995, pp. 22-23. (In Russian).
3. Blinova E.I. Osnovnye vodorosli severo-vostochnoj chasti Ohotskogo morya [The main algae of the north-eastern part of the Sea of Okhotsk]. *Novosti sistematiki nizshih rastenij* [News of the systematics of lower plants], 1968, pp. 33-38. (In Russian).
4. Vinogradova K.P. Vidovoj sostav vodoroslej na litorali i sublitorali severo-zapadnoj chasti Beringova morya [Species composition of algae in the littoral and sublittoral areas of the northwestern part of the Bering Sea]. *Novosti sistematiki nizshih rastenij* [News of the systematics of lower plants], 1973, vol. 10, pp. 22-28. (In Russian).
5. Besednova N.N., Kryzhanovsky S.P., Kuznetsova T.A. et al. Antivirusnoe dejstvie i patogeneticheskie misheni sul'fatirovannyh polisaharidov morskikh vodoroslej pri grippoznoj infekcii [Antiviral action and pathogenetic targets of sulfated polysaccharides of seaweed in influenza infection]. *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. Science], 2018, vol. 75, pp. 5-19. (In Russian).
6. Ivanushko L.A., Imbs T.I. Sravnitel'noe izuchenie citokiniduciruyushchih svojstv fukoidana iz buroj vodorosli *Fucus evanescens* i ego proizvodnyh [Comparative study of the cytokine-inducing properties of fucoidan from the brown alga *Fucus evanescens* and its derivatives]. *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. Science], 2017, no. 3(70), pp. 60-62. (In Russian).
7. Imbs T.I. *Polisaharidy i nizkomolekulyarnye metabolity nekotoryh massovyh vidov buryh vodoroslej morej Dal'nego Vostoka Rossii. Sposob kompleksnoj pererabotki vodoroslej. Avtoref. dis. ... kand. khim. nauk* [Polysaccharides and low molecular weight metabolites of some common species of brown algae in the seas of the Russian Far East. Method of complex processing of algae. Cand. chem. sci. diss. abstr.]. Vladivostok, 2010, 25 p. (In Russian).
8. Kryzhanovsky S.P., Kuznetsova T.A., Geltser B.I. et al. Fukoidan iz buroj vodorosli *Fucus evanescens*: novye perspektivy v lechenii ateroskleroza [Fucoidan from the brown alga *Fucus evanescens*: new perspectives in the treatment of atherosclerosis]. *Rossijskij zhurnal bioterapii* [Russian Journal of Biotherapy], 2017, vol. 16, no. 1, pp. 82-87. (In Russian).
9. Kuznetsova T.A., Zaporozhets T.S., Makarenkova I.D. et al. Prebioticheskiy potencial polisaharidov iz buroj vodorosli *Fucus evanescens* i zhanenie dlya klinicheskogo ispol'zovaniya [Prebiotic potential of polysaccharides from brown alga *Fucus evanescens* and importance for clinical use]. *Tihookeanskiy medicinskij zhurnal* [Pacific Medical Journal], 2012, no. 1, pp. 37-

40. (In Russian).
10. Perervenko O.V., Medzhidova Kh.M., Kashutin A.N. Adaptivnye izmeneniya v rabote immunoj sistemy u zhitelej Kamchatki i izuchenie vozmozhnosti immunokorrekcii s ispol'zovaniem morskoy buroj vodorosli *Fucus distichus* [Adaptive changes in the functioning of the immune system in residents of Kamchatka and the study of the possibility of immunocorrection using the sea brown alga *Fucus distichus*]. *Materialy 10 Vseross. nauchno-prakt. konf. «Prirodnye resursy, ih sovremennoe sostoyanie, ohrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie» (19-21 marta 2019 g.)* [Materials of the X All-Russian. scientific and practical conference “Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use” (March 19-21, 2019), Petropavlovsk-Kamchatsky, 2019, pp. 54-58. (In Russian).
 11. Makarov V.N., Dzhus V.E., Matishov G.G. et al. *Nauchno-prakticheskie aspekty kul'tivirovaniya laminarii saharistoj v Barencevom more* [Scientific and practical aspects of cultivation of sugary kelp in the Barents Sea]. Apatity, KSC RAS Publ., 1986, 35 p. (In Russian).
 12. Nemova N.N., Shklyarevich G.A. Ekologiya vodoroslej-makrofitov karel'skoj akvatorii Belogo morya kak ob"ektov marikul'tury [Ecology of algae-macrophytes of the Karelian water area of the White Sea as objects of mariculture]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Scientific notes of Petrozavodsk State University. Series: Natural and technical sciences], 2009, no. 9(103), pp. 17-27. (In Russian).
 13. Silkin V.A., Khailov K.M. *Bioekologicheskie mekhanizmy upravleniya v akvakul'ture* [Bioecological management mechanisms in aquaculture]. Leningrad, Nauka, 1988, 230 p. (In Russian).
 14. Haug A., Myklestad S., Larsen B., Smisdrod O. Studies on the sequence of uronic acid residues in alginic acid. *Acta Chem. Scand.*, 1967, vol. 21, pp. 691-704. (In English).
 15. Noda H., Amano H., Arashma K., Nisizawa K. Antitumor activity of marine algae. *Hydrobiologia*, 1990, no. 204/205, pp. 577-584. (In English).
 16. *GOST 25100-2011. Grunty. Klassifikaciya.* [State Standard 25100-2011. Soils. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 38 p. (In Russian).
 17. Watanabe M.M., Kawachi M., Hiroki M., Kasai E. *NIES – Collection List of Strains, Sixth Edition, 2000, Microalgae and Protozoa.* Microbial Culture Collections, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan, 2000, 159 p. (In English).
 18. Bezrukov P.L. Donnye otlozheniya Ohotskogo moray [Bottom sediments of the Sea of Okhotsk]. *Trudy instituta okeanologii AN SSSR* [Proceedings of the Institute Oceanology of the USSR Academy of Sciences], 1960, vol. 32, pp. 15-95. (In Russian).
 19. Lisitsyn A.P. *Ledovaya sedimentaciya v Mirovom okeane* [Ice sedimentation in the World Ocean]. Moscow, Nauka Publ., 1994, 448 p. (In Russian).
 20. Astakhov A.S. *Pozdnechetvertichnoe osadkonakoplenie na shel'fe Ohotskogo morya* [Late Quaternary Offshore Sedimentation Sea of Okhotsk]. Vladivostok, Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1986, 140 p. (In Russian).
 21. Kaplin P.A., Leontiev O.K., Lukyanova S.A., Nikiforov L.G. *Berega* [Shores]. Moscow, Mysl Publ., 1991, 479 p. (In Russian).
 22. Selivanov A.O. *Izmenenie urovnya Mirovogo okeana v plejstocene – golocene i razvitie morskikh beregov* [Changes in the level of the World ocean in the Pleistocene – Holocene and the development of sea coasts]. Moscow: Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences Publ., 1996, 268 p. (In Russian).
 23. Douglas B.C., Kearney M.S., Leatherman S.P. *Sea Level Rise: History and Consequences.* San Diego, Academic Press, 2001, 232 p. (In English).
 24. Bourgeois J., Pinegina T.K., Ponomareva V.V., Zaretskaia N.E. Holocene tsunamis in the southwestern Bering Sea, Russian Far East and their tectonic implications. *The Geol. Soc. Amer. Bull.*, 2006, vol. 11(3/4), pp. 449-463. (In English).

25. Pinegina T., Bourgeois J., Bazanova L. et al. Millennial-scale record of Holocene tsunamis on the Kronotskiy Bay coast, Kamchatka, Russia. *Quaternary Research*, 2003, vol. 59, pp. 36-47. (In English).
26. Tryamkina E.A., Borodina V.V. Ekologicheskie problemy Avachinskoj buhty [Environmental problems of Avacha Bay]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Success of modern natural science], 2014, no. 8, pp. 79-80. (In Russian).
27. Ezhegodnye dannye o rezhime i kachestve morej i morskikh ust'ev rek // [Annual data on the regime and quality of seas and estuaries]. *FGBU «Kamchatskoe UGMS»* [FSBI “Kamchatka UGMS”]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2020, 79 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кашутин	Научный сотрудник отдела науки и инноваций
Александр Николаевич	Камчатский государственный технический университет 683006, Россия, Петропавловск-Камчатский, ул. Чубарова, 4/1, кв. 48 kashutin-an@yandex.ru
Kashutin	Researcher of the Department of Science and Innovation
Aleksandr Nikolaevich	Kamchatka State Technical University 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, Chubarova str., 4/1, app. 48 kashutin-an@yandex.ru