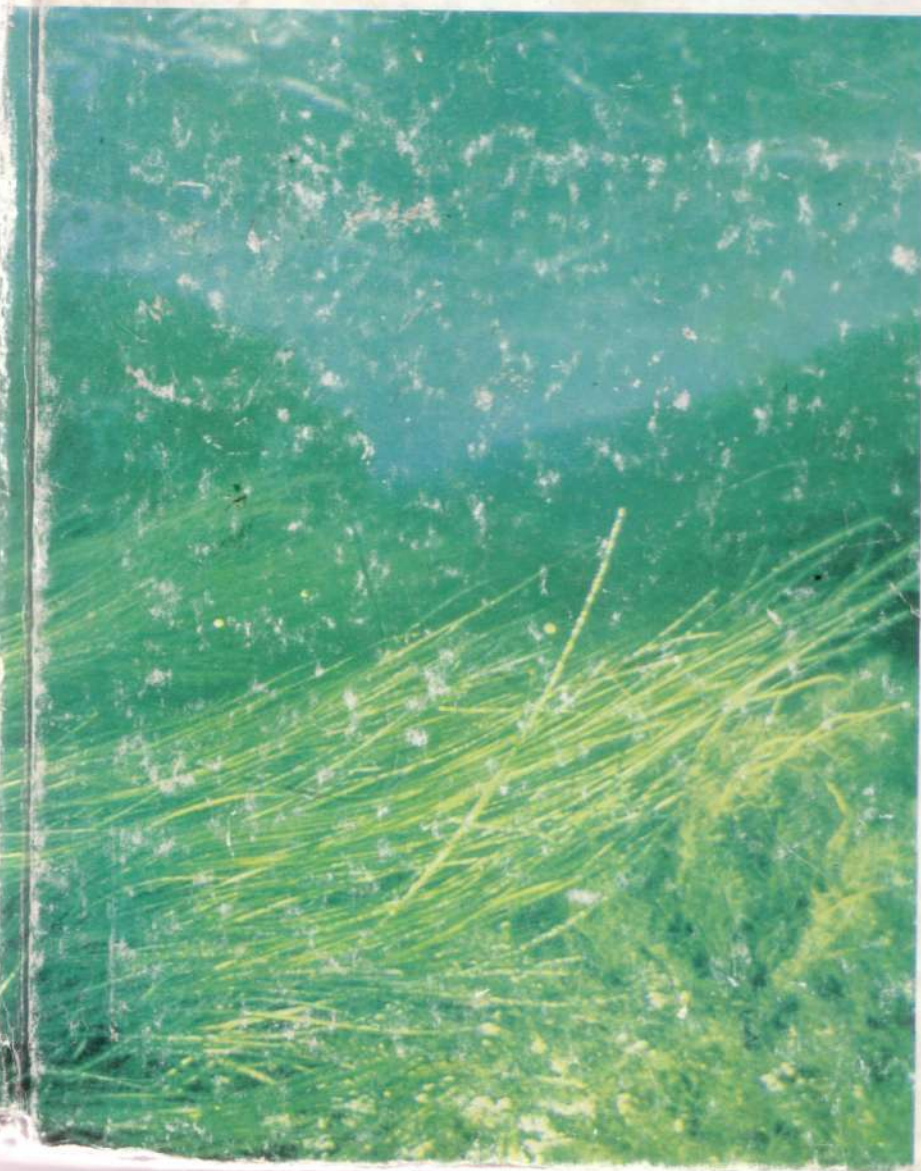




АТЛАС ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ



Японское море соединяется с Охотским морем проливами Татарским, Невельского и Лаперуза, с Тихим океаном — Сенгарским проливом, с Восточно-Китайским и Желтым морями — Корейским проливом. Площадь его 106 тыс. км², наибольшая глубина 372 м. Крупные заливы: Восточно-Корейский и Петра Великого.



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Дальневосточное отделение
ТИХООКЕАНСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR
Far-Eastern Branch
PACIFIC INSTITUTE OF GEOGRAPHY

ATLAS OF UNDERWATER LANDSCAPES OF SEA OF JAPAN

Edited by
F. R. LIKHT,
Cand. Sc. (Geology & Mineralogy)

MOSCOW NAUKA PUBLISHERS 1990

АТЛАС ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Ответственный редактор
кандидат геолого-минералогических наук
Ф. Р. ЛИХТ

Атлас подводных ландшафтов Японского моря. М.: Наука, 1990;
224 с. ISBN 5—02—003302—2

Исследование подводных ландшафтов представляет собой новое, находящееся в стадии становления, направление в современной географии. Оно непосредственно связано с разработкой общей стратегии рационального природопользования в прибрежной зоне моря. Отличие морских ландшафтов от наземных связано прежде всего с отсутствием на дне почвенного слоя и принципиально иным способом питания автотрофов по сравнению с наземными растениями. Различия настолько глубоки, что возникает необходимость отказа от многих положений и как минимум — от номенклатурных решений, принятых в наземном ландшафтоведении. В сочетании с трофодинамическими характеристиками ландшафтный подход позволяет судить о состоянии экосистемы с позиций статического анализа. Ландшафтные исследования могут представлять документальную научную основу для развития марикультуры и других аспектов рационального использования природных ресурсов шельфа.

Атлас предназначен для географов, геологов-седиментологов, палеогеографов, экологов, гидробиологов и специалистов в области марикультуры.

Табл. 5. Ил. 182. Библиогр. 79 назв.

Atlas is devoted mainly to illustration of underwater landscapes of Sea of Japan based on its most representative part — the South part of Soviet Primoriye. Typology and nomenclature of underwater landscapes, methodology and theoretical basis of approach, discussion of methods and practical recommendations of underwater landscape mapping and examples of them will allow to use the Atlas not only for references as a base of discrimination and map—drawing of bottom natural complexes within the Sea of Japan Region, but it may serve as a methodologic handbook for the students involved with likewise studies within other basins.

Atlas is intended for specialists in the geography, paleogeography, ecology, hydrobiology as well as for those interested in theory of rational use of natural resources of shore zone and students in natural sciences.

Авторы

И. С. АРЗАМАСЦЕВ, Б. В. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ

Авторы фотографий

Н. А. Иванов, К- Я. Обезьянов

Определения фауны по фотографиям

В. В. Жариков, А. М. Лебедев, В. М. Савруев

Рецензенты

В. П. Каракин, Н. Н. Марфенин

Редактор

Л. Г. Васютинская

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние десятилетия определилось особое направление комплексной физической географии под названием «морское ландшафтоведение». Оно опирается на теоретические и методические принципы, разработанные применительно к суше. Однако суша и море — это разные, во многом даже противоположные географические системы. Они качественно различаются по всем основным характеристикам структуры, функционирования и динамики. Наука о геосистемах моря нуждается в разработке собственных теоретических принципов и методов. В этом направлении по существу сделаны лишь первые шаги.

«Атлас подводных ландшафтов Японского моря» — результат многолетних натурных исследований, проведенных в Лаборатории морских ландшафтов Тихоокеанского института географии ДВО АН СССР при изучении природы мелководного шельфа Японского моря в пределах территориальных вод СССР. Применяя ландшафтные методы, разработанные при исследовании суши, авторы учитывают различия в процессах обмена вещества и энергии, взаимодействия живой и косной компонент в геосистемах суши и моря.

Для описания, типологии и картографирования подводных фаций разработана система визуальных диагностических признаков, охватывающих свойства рельефа, грунта, фито- и зообентоса. Для отражения взаимодействия биоты с морским дном используется система биоконструкционных признаков грунтов, служащая индикатором их ландшафтных и экологических свойств. С учетом всех этих признаков выделено 11 типов подводных фаций, достаточно полно отражающих физико-географическое разнообразие изученного ареала. Прекрасные разноплановые фотоизображения и рисунки морского дна позволяют однозначно идентифицировать реальные подводные ситуации с предложенными типами фаций.

Анализ взаимодействия водных масс, берега и морского дна в пределах данной акватории позволил авторам выделить 24 параге-

нетических ассоциации подводных фаций. Каждая из этих ассоциаций, объединяющих элементарные геосистемы по признакам смежности и общности происхождения, характеризуется обобщенным фациальным рядом, в котором выражается закономерность пространственного расположения фаций по направлению от береговой линии на глубину.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы организациями, занимающимися планированием исследований с целью разработки схем рационального использования природных ресурсов береговой зоны и мелководного шельфа, а также в практической деятельности организаций, добывающих минеральное и биологическое сырье на акватории Японского моря и занимающихся проектированием и строительством морских гидротехнических сооружений.

Сформированные в работе теоретические предпосылки и предложенный авторами методический подход, полученные с их использованием новые данные обеспечивают решение ряда важных прикладных задач в области хозяйственного использования и охраны природы морского дна.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

Тенденции научно-технического и естественноисторического прогресса ставят перед человечеством новые задачи по освоению природных ресурсов океана, с которым в значительной степени связаны дальнейшие перспективы обеспечения продуктами питания, энергетическим и минеральным сырьем.

Необходимость разработки общей стратегии и изучения океана, освоения его биологических и минеральных ресурсов уже давно сформировала социальный заказ на проведение морских ландшафтных исследований. Еще в 1953 г. Б. Б. Польшов писал: «...придет такое время, когда учение о субаквальных (подводных) ландшафтах океанов и морей выделится в особую область» (с. 118). Сегодня такое время пришло, но строго оформившейся научной дисциплины с собственным стройным учением о морских ландшафтах к настоящему моменту нет.

Рациональное использование природных ресурсов моря предполагает всестороннее изучение основных закономерностей, управляющих возникновением, развитием и распределением этих ресурсов. Особенно возрастает значение природных ресурсов моря в связи с тем, что большинство прибрежных государств объявило суверенные права на эксплуатацию ресурсов шельфа, прилегающего к их территории. Без надлежащего изучения основных физико-географических процессов, протекающих на морском дне, использование биологических, минеральных и других видов ресурсов, связанных с морским дном, может привести и в ряде случаев уже привело к исчезновению целых видов ресурсов. Так, некогда богатые гребешковые банки Южного Приморья почти полностью исчезли в течение трех десятилетий. Под угрозой уничтожения находятся промысловые скопления трепанга, мидии, многих других животных и растений.

Неоднозначны экологические последствия использования песков морского дна для нужд стройиндустрии. Сомнительна экологическая безопасность добычи железомарганцевых конкреций со дна океана в больших масштабах.

Известно, что с 40-х до 70-х годов общие запасы биомассы животных и растений в заливе Петра Великого в Японском море сократились более чем вдвое, а местами — на порядок, что связывается с усилившимися про-

цессами заиления и общего загрязнения вод в результате активной хозяйственной деятельности человека по берегам залива.

Функциональная, вещественная и энергетическая взаимосвязь и взаимозависимость процессов, протекающих в морском прибрежном мелководье и на прилегающих водосборных площадях суши, до некоторого времени не казались столь очевидными. Лишь специальное исследование показало их единство. В настоящее время ясно, что береговая зона как со стороны суши, так и со стороны моря составляет неразрывное природное единство и в рамках человеческой деятельности должна рассматриваться как единый прибрежный ресурс.

В этой связи развитие теории прибрежно-морского природопользования не может рассматриваться в отрыве от проблем морских и наземных технологий. Экологические кризисные явления в прибрежных мелководных водоемах всего современного индустриального мира отчетливо демонстрируют полную функциональную зависимость качественного состояния морских прибрежных экосистем от качества землепользовательской политики на прилегающих приморских территориях. Неправильная запашка земель, использование минеральных удобрений в сельскохозяйственных приморских территориях являются мощным фактором, резко изменяющим все экологические процессы, проходящие на прилегающих акваториях. Отсутствие очистных сооружений в приморских поселениях приводит к резкой эвтрофикации морских вод, особенно в городах, располагающихся на берегу бассейнов с замедленным водообменом, таких, например, как Владивосток. В данном случае отчетливо видно, что технология морепользования прибрежно-морского района является продолжением технологии землепользования и составляет неразрывное единство. Решение проблем прибрежного землепользования есть одновременно решение проблемы морепользования.

Поиски нефти и газа на шельфе, обнаружение подводных россыпей и перспективы их промышленного освоения ставят новые задачи перед добывающей промышленностью. Без соответствующего исследования состояния физико-географической среды неумелая или неосмотрительная отработка нефтяных месторождений и подводных россыпей может привести к необратимым экологическим последствиям, которые даже трудно предвидеть. Обнаружение на морском дне залежей железомарганцевых конкреций, фосфоритных корок, конкреций, конгломератов и песков, открытие глубоководных сульфидных источников с оазисами странной гипербарической и гипертермной жизни на них ставят на повестку дня целую серию природопользовательских и технологических проблем.

Одной из главнейших задач является установление признаков ресурса при обнаружении той или иной полезности на морском дне. Очевидно, что не всякое полезное явление может служить ресурсом, а лишь то, что экономически выгодно, необходимо человеку и может быть добыто с применением тех или иных технологических приемов, которые не наносят непоправимого экологического урона при эксплуатации. По всей видимости, ресурсообразующие факторы следует сравнить с ресурсоконтролирующими и ресурсоограничивающими. Весь этот комплекс проблем нуждается в разрешении как с чисто теоретических, академических позиций, так и в прикладном аспекте.

Современные научные и морально-этические установки природопользования ставят перед теорией ресурсоведения задачи рационализации использования ресурсного потенциала океанов и морей. В понятие «рационализация» включается не только требование сохранения сопутствующих ресурсов, но и такое их использование, которое делало бы для вмещающих экосистем изъятие эксплуатируемого ресурса если не незаметным, то, во всяком случае, безвредным, а в оптимальном случае — даже полезным. Так, например, в участках обширного песчаного морского дна установление подводных твердых субстратов приводит к увеличению биологической первичной и вторичной продуктивности за счет усиленного обрастания субстратов. Не исключено, что к таким же последствиям в отдельных случаях может привести полное изъятие песка с обнажением скального коренного субстрата при отработке подводного месторождения строительных песков. При этом придется учитывать массу приводящих экологических факторов. Та операция, которая принесет пользу одной системе, окажется губительной для другой.

Исследование подводных ландшафтов представляет собой первую, самую важную оценку и инвентаризацию состояния физико-географической среды. Составление ландшафтных карт морского дна позволяет выработать теоретически обоснованный подход к размещению важнейших объектов хозяйственной деятельности человека на морском дне. В частности, даже расчет капиталовложений на восстановление подорванных запасов морских донных организмов, объектов марикультуры, в естественных условиях требует точного знания площадей распределения фаций, необходимых для их обитания. Об этом красноречиво свидетельствует многолетний опыт попыток реинтродукции грешеска с помощью засева спатом банок без их предварительного исследования. Большинство моллюсков, как правило, погибают или мигрируют в неизвестные участки моря.

Как показала практика морской геологии и исследования современных седиментологических процессов в море, многие принципы актуалистических реконструкций донных палеоландшафтов морей геологического прошлого нуждаются в корректировке или коренном пересмотре.

Все сказанное выше ставит перед подводным ландшафтоведением целый ряд труднейших и вместе с тем ответственных задач по выявлению особенностей, описания, типизации и классификации подводных ландшафтов, серий ландшафтов, их взаимному влиянию, парагенетическим ассоциациям и географическому распределению.

В исследовании подводных ландшафтов, так же как и в наземном ландшафтоведении, возможны три подхода: поэлементный анализ, интегральный подход, основанный на системно-структурном анализе ландшафта как типа географической организации пространства, и третий подход предполагает исследование экологической и динамической структуры ландшафта.

Первый подход предполагает исследование и классификацию важнейших факторов ландшафта: рельефа, геоморфологической и геологической структуры, характера субстрата, биоты, гидроклиматических параметров. Синтез полученных знаний позволит установить корреляционную структуру ландшафта.

Второй подход нацелен на выявление единиц подводного ландшафта, его интегральных характеристик, классификацию ландшафтных единиц и создание общей теории подводного ландшафта.

Третий подход, в своей сущности экосистемный, дает возможность выработать представление о закономерности функционирования экосистем, о направлении и напряженности энергетического потока и о пределах устойчивости ландшафта как системы. Учет антропогенного фактора позволит установить принципы конструктивного подводного ландшафтоведения для создания искусственных ландшафтов, а также теорию управления подводным ландшафтом.

Определение стратегии использования и изучения подводных ландшафтов позволит выйти на разработку общей теоретической модели ландшафта и на прогнозную оценку его динамики.

История появления и развития понятия «ландшафт» в географии показывает, что понятие в том виде, как его понимали Л. С. Берг, А. Г. Исаченко, Д. Л. Арманд и многие другие авторы, изоморфно понятию «биогеоценоз» в том виде, как его сформулировал В. Н. Сукачев, и совершенно идентично понятию «экосистемы», используемому как более короткий эквивалент понятия «биогеоценоз» (Одум, 1975; Сочава, 1978).

Однако, несмотря на видимое сходство в трактовках ландшафта и экосистемы, разница между ними существенна: если экосистема — это система, объединяющая конкретный комплекс живых организмов, осуществляющий обмен вещества и энергии на определенном участке местности, то ландшафт — это тот же комплекс, но закономерно и типично повторяющийся и служащий единицей типологической классификации.

Границы экосистем биоценозов в очень многих случаях совпадают с рубежами географических систем того или иного ранга. В то же время экосистемы биоценозов являются биоцентрическими природными комплексами, в которых природная среда и ее абиотический фон рассматриваются под углом зрения связи с организмами (Сочава, 1978). Понятие «ландшафт» наименее специализированное и, по выражению В. В. Сочавы, «полицентрическое», поскольку оно рассматривается в самых общих терминах.

О применимости понятия «ландшафт» к морским условиям начали говорить задолго до получения возможности вплотную ознакомиться с характерными типами подводной местности. Л. С. Берг и Д. Л. Арманд были одними из первых отечественных географов, ставивших вопрос о необходимости разработки ландшафтных категорий применительно к морским условиям.

Попытки разработать общие принципы генерализованного подхода к исследованию и картографированию морских донных ассоциаций делались многими биоценологами и биогеографами. Так, в 1971 г. Б. Розен на Сейшельских рифах впервые предпринял попытку разработки принципов выделения элементов кораллового сообщества при помощи приемов, заимствованных из геоботаники. Он справедливо рассматривал кораллы как «зоофита», основываясь на их способности к фотосинтезу и изменению собственной формы под влиянием света. Хотя предпринятая им генерализация в своей методологии оперирует понятием руководящего или доминирующего вида в сообществе, она представляет собой

весьма интересную попытку представить фации рифа в виде набора стандартизированных выделов, одинаково характерных по крайней мере для целой группы рифов, если не для рифа вообще как особого типа экологической системы.

Дж. Мортон в 1974 г. разрабатывал методiku формализованного сравнительно-экологического анализа коралловых рифов южной части Соломоновых островов. В выработанной им типологии донных ситуаций на рифах он исходил в первую очередь из оценки относительного покрытия каждого конкретного участка дна тем или иным сообществом герматипных кораллов, для которых он разработал систему «форм роста». В зависимости от «физиономики» местности он установил ряд подводных типов, по своей сущности соответствующих ландшафтам, но не названных этим термином. Проблемой генерализации донных фаций занимались Д. Стодарт, Й. Лоя, Х. Шумахер, Т. Дон, М. Йонг и многие другие авторы.

Проведенные в течение последнего пятилетия подводные ландшафтные исследования Тихоокеанского института географии ДВО АН СССР суммированы в сборнике статей «Донные ландшафты Японского моря» (1987 г.).

Лаборатория морских ландшафтов Института отработала основные принципы выделения и картографирования донных морских ландшафтов шельфового мелководья умеренных и тропических морей с использованием легководолазной техники. Следует, однако, заметить, что в настоящее время этой техники становится явно недостаточно. На очереди использование телеметрической автоматизированной аппаратуры и обитаемых подводных аппаратов.

Отличие морских донных ландшафтов от наземных связано с особенностями физико-географических и важнейших ландшафтообразующих факторов морского дна. Последние резко отличаются от сухопутных прежде всего отсутствием на морском дне почвенного слоя и принципиально иным путем питания автотрофов по сравнению с зелеными растениями суши. Вода является и субстратом, и передатчиком энергии в морских экосистемах. Температурные контрасты в морской среде сильно сглажены. Колебания температур не подвержены таким резким скачкам, как на земной поверхности. В морской среде иные оптические характеристики, иное давление, сильно меняются электрохимические и геомагнитные свойства за счет особых магнитно-теллурических процессов в морской среде. По-иному функционирует поверхностно-активный слой минерального субстрата подводного ландшафта по сравнению с наземным.

Изучая комплекс ландшафтных характеристик морского дна, мы тем самым изучаем внешние проявления экосистемных характеристик данного участка. При этом возможны два подхода к изучению экосистемы — динамический (детерминистский) и статический (системный, статистический). Первый основан на прямом или косвенном измерении потока энергии в терминах обмена и продукции, что ведет к необходимости измерения большого числа биохимических и физиологических характеристик сообщества. Совершенно ясно, что состояние экосистемы характеризуется не биомассами животных и растений, а продукцией или балансом между продукцией и потреблением биомассы за определенный период времени.

Ландшафтный же подход позволяет судить о состоянии экосистемы с позиций статического анализа. Последовательные серии ландшафтных изображений одного и того же участка дна дадут достаточно полное представление о динамике процессов, протекающих на дне, об экологической сукцессии.

Известно, что скорости самовосстановления нарушенных подповерхностных экосистем в ряде случаев значительно ниже скоростей регенерации систем суши. Даже наиболее богатая и продуктивная экосистема океана — коралловый риф — для своей полной регенерации после катастрофических ураганов требует около 50 лет, т. е. по времени регенерации вполне сопоставима с наиболее ранимой и медленнее всего восстанавливаемой экосистемой суши — полярной ягельной тундрой. В других случаях сукцессионный цикл в море может пройти за относительно короткое время 2—3 года.

В сочетании с картографическим представлением ландшафтное представление экосистемы дает понимание статической структуры, не заменяя исследований динамической ее структуры, а служа хорошей документальной основой для их планирования, развертывания и организации.

Высокая изменчивость большинства параметров природной среды контактной зоны суша—море и значительное взаимное проникновение влияния суши и моря в прибрежных зонах приморских районов ставят вопрос о существовании особой формы взаимосвязи ресурсообразующих систем в этой зоне. Такое взаимодействие приводит к возникновению ряда своеобразных обменных процессов, определяющих специфику функционирования наземных и морских геосистем. Тесная взаимосвязь наземных и морских экосистем в зоне взаимодействия моря и суши предполагает получение целостной конечной продукции при хозяйственном использовании зоны перехода, что ставит проблему выделения специфической сферы человеческой деятельности — прибрежно-морского природопользования. Приморская территория и акватория выступают как особый целостный объект природопользования.

Применение Второго принципа симметрии, сформулированного Пьером Кюри, к разработке методологии исследования природных сложных систем ведет нас к необходимости создания самых общих представлений о формирующем воздействии комплекса природно-территориальных факторов на развитие человеческой деятельности. Только деятельность, вписанная в природные процессы, может быть рациональной как с энергетических так и с общих методологических позиций. Наиболее рациональное сочетание природных и искусственных систем с инфраструктурной организацией человеческой деятельности может принести максимальный эффект при минимальном негативном воздействии на природную среду.

В условиях морского и прибрежно-морского природопользования самым главным является этап первичного формирования основных понятий о сути морских и донных природных комплексов, подводных и прибрежных ландшафтах. Исследование подводных, и в частности донных, морских ландшафтов представляет собой первую, самую важную оценку и инвентаризацию состояний физико-географической среды морского дна.

Главные проблемы, стоящие перед морским ландшафтоведением, могут быть подразделены на следующие основные группы:

1. Проблемы, связанные с формированием основных теоретических предпосылок морского подводного ландшафтоведения. Формирование понятийного аппарата, основанного на выработке типологии и анализе отличительных признаков донных ландшафтов морского дна.

2. Формирование системы соподчиненных классификационных единиц дробного подразделения ландшафтных категорий. Выработка системы номенклатуры для подводных ландшафтных объединений различного ранга.

3. Выработка комплекса системных характеристик подводных ландшафтов, разработка представления о структурном соподчинении компонентов и элементов подводных донных ландшафтов.

4. Компонентный анализ подводных ландшафтов с выделением функциональных и корреляционных признаков, способных служить основой для выработки принципов свертки ландшафтной информации, пригодных при картографировании ландшафтов.

5. Отработка операциональной основы подводного ландшафтного картографирования.

6. Выработка стратегии рационализации использования природных ресурсов океана и морского побережья.

7. В области минеральных ресурсов основной задачей является разработка технологии освоения минеральных ресурсов морского дна, общих принципов и подходов к оценке минеральных ресурсов, их классификации, бонитета, отработка общих требований для экологически безопасной эксплуатации.

8. В области биологических ресурсов — разработка принципов подсчета запасов биологической массы, служащей основой функционирования донных морских экосистем, исследование пространственной структуры морских донных экосистем и пределов их устойчивости.

9. Оценка возможных экологических последствий вмешательства человека в процессе эксплуатации ресурсов океана.

Одна из важнейших общесистемных предпосылок картографирования ландшафтов, как и любого другого объекта, — разработка системы интегрирующих признаков, основанной на генерализации представления о картируемом объекте. Существо проблемы заключается в том, что на карте изображается не предмет, не сам объект, а условно выраженное представление о нем. Карта является графической моделью системы понятий, положенных на план. Поэтому проблема иерархии и номенклатуры картируемых единиц становится первоочередной.

Проблема иерархии и номенклатуры напрямую связана с проблемами идентификации объекта, сравнения, распознавания образов и проведения границ между выделяемыми объектами. Безусловно, наиболее легким способом решения этих задач является осуществление их в условиях максимальных значений градиентов среды, которые возникают в переходных зонах или в зонах экотонов, если пользоваться экологической номенклатурой. Однако исследование структуры каждого отдельно взятого ландшафтного объединения, наоборот, наиболее рационально проводить в безградиентных участках широкого площадного распространения монофациального ландшафта, для чего требуется обнаружение таких полей распространения «моноландшафтов».

В связи с изложенным возникает целая серия взаимно увязанных проблем как общеметодологического, так и чисто методического и операционального плана, без которых невозможен переход к составлению серий производственных карт подводных ландшафтов на сколько-нибудь значительные площади.

Кроме того, в исследовании подводных ландшафтов, как и в любой другой научной дисциплине, возможны и другие подходы, применение которых способно дать несколько различный конечный результат. Так, применение дедуктивного и индуктивного методов знаменует два прямо противоположных, не сводимых друг с другом пути: от общего к частному и от частного к общему. Дедуктивный (интегральный) подход основан на системно-структурном анализе, нацелен на выявление системных признаков подводных ландшафтов, выработке целостного представления о ландшафтах, на создание общей классификационной схемы подводных ландшафтов.

Индуктивный подход предполагает поэлементный (компонентный) анализ, установление корреляционной структуры каждого конкретного, отдельно взятого ландшафта. Предполагается исследование всех важнейших ландшафтообразующих факторов: рельефа дна, геологической структуры, геоморфологического строения, характера вещества и структуры субстрата, строения и функционирования живого покрова, температурного, солевого и гидродинамического режимов. Индуктивный синтез полученных знаний позволит установить корреляционную структуру донного ландшафта.

Ландшафты морского дна, так же как и наземные ландшафты, могут быть подразделены на основные типологические категории, распределение которых по поверхности планеты подчиняется определенным закономерностям. Различные географические зоны и области Мирового океана должны обладать различными наборами специфических ландшафтных объединений, что связано с неравномерностью распределения основных энергетических полей, формирующих лик Земли. По их происхождению основные группы ландшафтообразующих факторов могут быть разделены на три основные группы — космические, супракристалльные и теллурические. Качественное и количественное разнообразие ландшафтов создает предпосылки для их классификации и отыскания места любой группы ландшафтов среди этого разнообразия. При этом установление пределов зоны влияния того или иного определенного типа ландшафтов среди остальных предполагает поиск некоторых общих принципов для сравнения всех без исключения. Наиболее общей, генеральной характеристикой, в равной степени присущей всем ландшафтным объединениям Земли, является их положение в ряду геоэнергетических процессов, протекающих на поверхности планеты.

Космическая энергия поступает на Землю либо в виде солнечного или космического излучения, либо в виде падающих на поверхность планеты космических тел.

Теллурическая энергия существует в виде энергетических потоков, связанных с внутрипланетными процессами, вызванными к жизни градиентами в структурных элементах, ответственных за формирование нашей планеты. Супракристалльные процессы несут энергетический поток,

возникающий в результате перераспределения вещества и энергии в поверхностных оболочках Земли за счет вращения планеты вокруг оси и неравномерности действия первых двух факторов.

Комбинация указанных энергетических составляющих создает среду, з которой и происходит формирование всех геосистем.

Градации энергетических факторов, формирующих геосистемы, не могут быть в настоящее время выражены в прямых количественных показателях. Однако их можно с достаточной степенью детализации ранжировать по нарастающему (или убывающему) по интенсивности порядку. Так, космическая энергия, приходящая на поверхность планеты, особенно в той ее части, которая связана с солнечной радиацией, плавно нарастает, в зависимости от широты места, от полюсов к экватору. Она максимальна в тропиках и минимальна на полюсах.

Теллурическая энергия в геологических науках давно учитывается и нашла свое отражение в классификации геотектонических зон Земли. В порядке нарастания геотектонической активности, выражающейся в контрастности, амплитуде и частоте перемещений земной коры, в общем теплом потоке через поверхность литосферы, в интенсивности вулканизма и процессов метаморфизма, выделяются основные геотектонические структуры: кристаллические щиты, платформы, срединные массивы, окраины платформ, миогеосинклинали, эвгеосинклинали, зоны глубинных разломов, островные дуги, вулканические аппараты. Соответственно на оси нарастания активности теллурического фактора геоэнергетической системы эти структурные единицы обозначаются в виде упорядоченного набора градаций.

Супракрустальный фактор в географии соответствует градациям природно-климатической поясности земного шара, выражающейся в частоте и силе ветров, волнения, течений, штормов, температуре приповерхностного воздуха и морских вод и т. п. Очевидно, здесь же найдет свое место составляющая, выражающаяся в величинах потока энергии через экосистему, что может быть оценено через значение продуктивности, скорость экологического кругооборота и другие показатели, характеризующие вещественный поток в экосистемах.

Ландшафтно-картографическое представление структуры экосистемы всамом себе несет ряд методических проблем. Одна из важных задач в этой области — выделение, типизация и классификация минимальных оперативных единиц подводных ландшафтов, т. е. фаций (Наливкин, 1956). С другой стороны, в силу того что предметом исследования является ландшафт как выражение экосистемы, а следовательно, совокупность животных и растений в их взаимодействии друг с другом и с внешней средой, то и каждый отдельный организм может быть представлен в таком взаимодействии. Внешнеморфологические конфигурации, возникающие в результате воздействия среды на организм, называются жизненной формой. Нередко для растений и колониальных животных они называются формами роста. Количество таких форм ограничено. Различные животные и растения могут иметь одну и ту же жизненную форму. Следовательно, жизненная форма является внешнеморфологическим способом генерализации результата взаимодействия организмов и абиотической среды. По всей вероятности, набор или комплекс жизненных форм организмов будет

достаточно характерным для каждой данной фации. С другой стороны, сама фация в этом случае может быть представлена через перечень характеристик среды в сочетании с присущим ей комплексом жизненных форм организмов. Такое представление приводит к выводу о неизбежности разработки системы жизненных форм в качестве первой исходной предпосылки фациального или ландшафтного картографирования донных экосистем.

Одной из важнейших общих предпосылок картографирования является разработка системы интегрирующих признаков, основанной на генерализации представления о картируемых объектах. Существование этой проблемы заключается в том, что на карте мы не в состоянии изобразить предметы, а показываем их лишь через условные обозначения, для чего требуется отработка системы понятий. Так, например, на карте невозможно отобразить все виды и роды кораллов, составляющих ту или иную фацию кораллового рифа. Однако можно ввести такое понятие, выражаемое затем через символ или графический знак, которое объединит их все под одним термином. На этом этапе возникает проблема выработки номенклатуры и установления иерархии картируемых единиц.

Для характеристики различных ландшафтов и их фаций, для целей их идентификации пришлось позаботиться о выработке специальной системы терминологии, создаваемой по особому принципу.

Необходимым компонентом подводного ландшафта является минеральный субстрат, обладающий следующими основными характеристиками: минеральным составом, гранулометрическим и геохимическим составом, структурными и текстурными особенностями, связностью, микрорельефом и макрорельефом поверхности контакта с водными массами.

С каждым из перечисленных факторов, любыми комбинациями из некоторого их числа и с полной их композицией, может быть связано то или иное количество полезностей, которые в сумме составляют общую минеральную полезность геологического компонента подводного ландшафта. Эта полезность составляет минеральный потенциал или ресурс донного ландшафта. Однако при планировании деятельности, связанной с эксплуатацией потенциального ресурса, следует учитывать ограничения, накладываемые на это использование характеристическими признаками минеральной компоненты ландшафтного комплекса: ограничения по минеральному и геохимическому составу, по связности и гранулометрическому составу, по характеру структуры и текстуры минерального звена, по микро- и макрорельефу, а также по общему суммарному комплексу этих свойств; дальнейшим усложнением условий использования потенциального минерального ресурса морского дна может оказаться синергическое или индивидуальное действие таких факторов, как глубина, гидрологический и температурный режим, характеристики экологической системы, в состав которой входит рассматриваемый в качестве потенциального минерального ресурса минеральный компонент ландшафта.

По всей видимости технологические действия, методы и приемы с учетом каждого взятого отдельно или в комплексе перечисленных факторов окажут принципиальное воздействие на выработку решений по эксплуатации ресурса.

Разработка теоретических предпосылок морского, в том числе подводного, ландшафтоведения требует прохождения ряда важнейших стадий, взаимно обуславливающих и дополняющих друг друга и связанных с планированием исследований, накоплением и осмыслением материала:

1) инвентаризационный перечень всех основных типов подводной местности, составленный по фенетическому принципу, разработка номенклатуры, компонентный анализ ландшафтов, создание атласа, детальная факторная документация ландшафтов;

2) типологическая иерархическая классификация ландшафтов и их признаков;

3) исследование динамической, в том числе трофодинамической и литодинамической, характеристики ландшафтов, их рядов и серий, выявление парагенетических ассоциаций ландшафтов и ландшафтных комплексов;

4) определение системных характеристик ландшафтов, основанных на представлении об интегральных характеристиках и интегрирующих признаках ландшафтов;

5) разработка теории конструктивного подводного ландшафтоведения, создание искусственных управляемых ландшафтов в связи с планируемым и спонтанным антропогенным воздействием на подводные ландшафты;

6) обработка системы картографических приемов и операций.

При отсутствии традиций, научных приемов и последовательно проработанной научной идеологии исследователям подводных ландшафтов приходится решать целый комплекс сложных задач, в первую очередь методологических.

В своих исследованиях мы опираемся на принципы системно-структурного подхода к анализу сложных природных систем, понимая под подводным ландшафтом специфическую геосистему, формирующуюся при взаимодействии литосферы, гидросферы и биосферы.

Главным образом в связи с творческой позицией В. Б. Сочавы системный подход нашел в физической географии широкое распространение. Причина этого, по мнению В. Н. Солнцева (1977), заключается в том, что этот подход позволяет объективно выделить исследуемый объект из окружающей среды, расчленив его на ряд уровней сложности и описать эти уровни в терминах системного подхода (структура, элемент, связи, целостность и т. п.). Исходная концепция системного подхода заключается в том, что реальность существует только в виде систем, вырабатывает своеобразный стиль мышления — необходимость последовательного, целеустремленного соблюдения принципов системности на всех без исключения уровнях научного исследования. Таким образом, системный подход выступает как совокупность логически упорядоченных (и в этом смысле формализованных) методов познания действительности (Солнцев, 1977).

Дополняя системный подход структурным анализом, мы можем четче представить себе структурную иерархию природных систем, выделяя в них структурные уровни и обозначая для каждого из них свойственный ему элемент и связи, т. е. закон композиции. При этом под элементом понимается мельчайшая, далее неделимая на данном структурном уровне

составная часть целого, многократно повторяющаяся в пространственно-временном зацеплении и образующая основу данного структурного уровня. При смене структурного уровня происходит в первую очередь смена элемента. Каждый элемент в свою очередь может быть представлен в виде структурной системы со своей собственной иерархией уровней и элементов высшего порядка. В иерархии структурных уровней системы элементы уровней низшего порядка не являются одновременно элементами уровней высшего порядка.

В процессе выполнения настоящего этапа исследования подводных ландшафтов мы всемерно старались придерживаться изложенных выше принципов.

Предмет нашего исследования на настоящем этапе — это выработка концепции подводного ландшафта и составление атласа подводных ландшафтов на примере мелководной части Японского моря. Мы стремились к тому, чтобы устанавливаемые подводные типологические ситуации были предельно конкретными, узнаваемыми и чтобы информация об их сущности могла быть передана описательным, иллюстративным и аналитическим путем за счет перечисления специально разработанных признаков, выделяемых прежде всего на визуальном уровне. Анализ взаимодействия морских донных организмов с грунтами привел к выявлению новой важной характеристики грунта и к разработке биоинформативной системы донных грунтов (Арзамасцев, Мурахвери, 1987).

В оперативном и предметном планах подводное ландшафтоведение нуждается в решении целого ряда частных, но взаимно дополняющих и взаимно зависимых задач:

- 1) разработка основ картографирования подводных донных ландшафтов, обоснование требований к кондиционности, введение графических методов изображения подводной ландшафтной информации;
- 2) предварительное мелкомасштабное районирование морских акваторий с выделением площадей, характеризующихся особым сочетанием основных геозонетических, минералогических, гидрологических, биологических и прочих характеристик;
- 3) исследование гидродинамических условий формирования подводных донных ландшафтов;
- 4) изучение литодинамических характеристик донных ландшафтов;
- 5) изучение трофодинамических характеристик и построение общей трофодинамической классификации донных ландшафтов;
- 6) исследование лучистой энергии и ее влияния на ландшафтообразование;
- 7) исследование ландшафтообразующей роли морских донных организмов; определение принципов и методов свертки биотической информации и генерализации представлений о взаимодействии факторов абиотической среды с донными морскими организмами и с отражением этой информации в ландшафтах;
- 8) разработка системы классификации экологических адаптивных типов важнейших групп ландшафтообразующих организмов: водорослей, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, кишечнополостных и др.;
- 9) дальнейшая разработка теории жизненной формы морских организмов, выяснение их роли в ландшафтообразовании;

10) поиск индикаторных организмов, определяющих сущность того или иного типа донных ландшафтов и характеризующих сезонные аспекты ландшафтов; отработка фенологической модели подводных ландшафтов;

11) установление пределов физиологической устойчивости организмов разных жизненных форм к антропогенному воздействию различной природы, длительности и интенсивности.

ИЗ ИСТОРИИ МОРСКОГО ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

Применение ландшафтного подхода к анализу географической оболочки Земли постоянно приводило географов к неизбежной мысли о необходимости распространения такого подхода на все части земной поверхности, сформированные как на базе медленноподвижной среды суши, так и быстроподвижной, текучей, водной и газовой сред. В этой связи неоднократно обсуждались границы распространения ландшафта, ландшафтная оболочка, протяженность ландшафтов по латерали и мощность «ландшафтного слоя» Земли, или распространение ландшафта по вертикали. Появились высказывания об аквальных, субаквальных, морских и подводных ландшафтах и ландшафтных системах. Особенно популярной эта концепция оказалась в тех разделах науки, которые непосредственно изучают деятельность или результаты деятельности водных масс Земли, а именно в гидробиологии, океанологии и геологии.

О необходимости изучения подводных ландшафтов говорилось во многих работах отечественных географов (Берг, 1918, 1925, 1945; Исаченко, 1953, 1955, 1965; Калесник, 1957; и др.). Однако процесс формирования этого подразделения географии океана протекал очень медленно и долгое время «раздавались лишь призывы к выполнению работы» (Плахотник, 1981).

Работы Е. Ф. Гурьяновой «Теоретические основы составления карт подводных ландшафтов» и Г. У. Линдберга «Картографирование подводных ландшафтов с целью изучения закономерностей распределения животных», появившиеся в печати в 1959 г., впервые целиком были посвящены подводным ландшафтам. Отсутствие разработанной теории и методики морских ландшафтных исследований заставило авторов подойти к выработке некоторых основных положений, опираясь главным образом на сухопутное ландшафтоведение.

Наиболее широко известным, авторитетным и, пожалуй, больше всех сделавшим для развития теории и практического морского ландшафтного картирования в нашей стране стал К. М. Петров. В его многочисленных работах (начиная с 1960 по 1985 г.) изложены теоретические и методологические аспекты подводного ландшафтоведения и приведены результаты ландшафтного картирования акваторий. Совместно с З. И. Гурьевой и В. В. Шарковым им разработана методика использования аэрофотоме-

тодов для подводных ландшафтных исследований (Гурьеваи др., 1976). С этого времени можно говорить о создании школы морского ландшафтоведения К- М. Петрова, последователи которой и сегодня ведут большую практическую работу. Так, В. А. Мануйловым (1986) было выполнено ландшафтное картирование акватории залива Петра Великого в Японском море для нужд Марикультуры. Однако, на наш взгляд, теоретические разработки «школы Петрова» несут в себе определенные недостатки, а подчас за счет перенесения ландшафтной теории суши на системы, формирующиеся исключительно в морской среде и на морском дне, усугубляют в подводном преломлении противоречия, характерные для наземного ландшафтоведения. Это происходит прежде всего потому, что в самой исходной ландшафтной идеологии не учитывается антагонистическая (по отношению к наземным) специфика формирования природно-территориальных объединений ландшафтного типа, характерных для морского дна. Как мы уже говорили, если наземные ландшафты в своей основе базируются на почвенной концепции, то под водой почвенная субстанция в том виде, как это принято понимать для наземных условий, не развивается. В этой связи главнейшие геоботанические почвенно-растительные ассоциации под водой становятся невозможными и само возникновение геоботанических подводных ассоциаций резко меняется, как меняется базовый механизм функционирования биоценологических ассоциаций. По-разному трактуются в подводном ландшафтоведении основополагающие понятия, такие, как «фация», «урочище», размерность и структурная соподчиненность подразделений.

По нашему мнению (Преображенский, 1980), в связи с коренными различиями процессов ландшафтообразования на суше и морском дне следует по мере возможности избегать заимствования таксономических единиц и номенклатуры из наземного ландшафтоведения для применения их в подводном.

Ф. Н. Мильковым (1966), исходя из общетеоретических представлений, была предложена классификация водных ландшафтов, но автор не пошел дальше краткого описания части выделенных классов.

С 1973 г. в лаборатории геологии моря Полярного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии начато изучение подводных ландшафтов в Северном промысловом районе. В этих исследованиях использовались подводные обитаемые аппараты «Север-1», «Север-2», «ТИПРО-2» и подводные автоматические фотокамеры. В. В. Федоровым (1982) во ВНИРО разработаны «Методические рекомендации по проведению морских ландшафтных исследований в рыбохозяйственных целях», в которых предлагается метод наложения сопоставления частных видов районирования (геоморфологического, гидрологического, биологического и т. д.), заимствованный из наземного ландшафтоведения. Вопросы подводного ландшафта затронуты Н. Е. Денисовым (1979) при проведении подводного топографического картирования.

В Тихоокеанском институте географии ДВНЦ АН СССР в 1982 г. создана лаборатория морских ландшафтов, задачи которой и принципы их реализации изложены Б. В. Преображенским в «Основных задачах морского ландшафтоведения» (1984) и в «Методах комплексного картирования экосистем шельфа» (1980). Настоящая работа является логи-

ческим продолжением и развитием положений, опубликованных в этих работах.

Как видно из приведенного очень краткого обзора, история исследований подводных ландшафтов укладывается в последние 25—30 лет. При чем лишь К. М. Петров сделал первую заявку на создание учения о подводном ландшафте и на глубокую разработку теории этого вопроса. Все остальные работы носили в основном эпизодический характер. Дело осложняется еще и тем, что разные авторы применяют одни и те же термины в разном значении для обозначения разных объектов и, наоборот, один и тот же объект у разных авторов определялся различными терминами. Причину этого явления мы видим в том, что к началу изучения морских ландшафтов представители географических и биологических специальностей как не имели, так и не имеют в настоящий момент общепринятой терминологии и пригодной к практическому употреблению готовой системы единиц районирования. В таких условиях не только трудно добиться прогресса в науке, но нелегко заметить и сам прогресс — так писали по аналогичному поводу А. И. Кафанов и К. Н. Несис (1982), анализируя состояние дел в морской биогеографии, где частично используется та же терминология, что и в ландшафтоведении. И так же, как в ландшафтоведении, она разнотчима. Используя традиции зоологической номенклатурной школы, упомянутые авторы предложили упорядочить терминологию биогеографии, используя принцип приоритета: действительным (валидным) считать старейшее из данных значений — установленное название не может быть отвергнуто никем, даже его автором. Нам представляется разумным применить эти принципы и к подводному ландшафтоведению. Однако и в самом исходном учении о ландшафте, в его классическом наземном преломлении, давно сложились равноправные противоборствующие школы, вкладывающие различный смысл даже в исходный термин «ландшафт». Многочисленные толкования ландшафта в справочной литературе разбиваются на крупные группы по принципу формирования определений. Поэтому морское ландшафтоведение как более молодое направление в науке генетически обречено иметь те же недостатки, что и гетерогенный «материнский организм» ландшафтоведения суши, если не будут предприняты эффективные меры исправления «генетических» недостатков самым радикальным образом, например за счет полного размежевания морского ландшафтоведения с наземным. При этом придется много поработать над формированием исходных понятий и предпринять серьезные усилия по выработке исходных определений, освобождению их от синонимов и по разработке не только иерархии и номенклатуры ландшафтных понятий, но и выработке обоснованного введения в употребление и логико-семантического обоснования специального названия для того комплекса, который мы сейчас по инерции обозначаем как «подводное ландшафтоведение», «морской ландшафт», «подводный ландшафт», «субаквальный ландшафт», «аквальный ландшафт», «водный природный комплекс», «донный природный комплекс». Существует масса имен, уже введенных в литературу исходя из самых общих, чаще всего благих и внутренне логически более или менее защищенных, побуждений. В свое время еще Эрнст Геккель, пустивший в научный обиход более 200 научных терминов (в том числе «экологию»), задумывался над «мершафтом».

СТРУКТУРА ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА

Определяя структуру подводного ландшафта, авторы столкнулись с неоднозначностью толкования терминов и понятий. Потребовалось по возможности четко определить смысл применяемых нами терминов. В работе сделана попытка использовать понятия из лексикона наземного ландшафтоведения в их первоначальной трактовке. Мы не ставим своей задачей перечисление всех значений рассматриваемых терминов и их эволюцию, приводим лишь эксплицированное из литературы первоначальное толкование терминов и те определения, которыми руководствовались в процессе своей работы.

Ландшафт

Ландшафт — термин, заимствованный из разговорного немецкого и голландского языков, которым географы XIX в. обозначили относительно однородные участки географической оболочки Земли, исходя из этимологии этого слова: пейзаж, картина природы, местности и т. д. В немецком языке Land — земля, местность, обычно сельская. Суффикс schaft эквивалентен русскому «ство» и выражает взаимосвязь, взаимозависимость. Таким образом, слово «ландшафт» как научное понятие означает также взаимозависимость явлений в географическом пространстве (Нееф, 1974). В дальнейшем было дано несколько десятков определений термина «ландшафт».

Единого мнения нет и по сию пору. Вслед за Д. Л. Армандом, С. С. Неустроевым, Ю. К. Ефремовым, Ф. Н. Мильковым, В. И. Прокаевым, Э. Неефом, П. С. Кузнецовым и другими под ландшафтом мы понимаем природно-территориальный комплекс любого ранга, т. е. сочетание природных компонентов, образующих целостную систему разных уровней (СЭС, 1979), или совокупность взаимообусловленных и взаимосвязанных предметов и явлений природы, представляющих перед нами в образе тех или иных исторически сложившихся, непрерывно развивающихся географических комплексов (Мильков, 1970). Только в таком понимании «ландшафт» выступает как синоним терминов «природно-территориальный комплекс», «природный комплекс», «природный геокомплекс», «природная геосистема» (Охрана ландшафтов, 1982).

Нельзя забывать и первоначальное толкование ландшафта — некоего зрительного образа природной системы, обладающего определенными характерными чертами. То есть каждая природная система имеет нечто вроде своей «физиономии», отражающей ее состояние в целом. Ландшафт и служит такой «физиономией» природных систем различных рангов, обусловленной индивидуальностью внутренних процессов и структуры (Преображенский, 1980). Последняя формулировка вовсе, однако, не означает, что следует при изучении ландшафта ограничиваться пейзажем, т. е. его

видовой частью, что равносильно, по мнению Д. Л. Арманда (1975), рассмотрению только одного звена в цепи причин и следствий.

Некоторые авторы, как, например, А. А. Григорьев, С. В. Калесник, Н. А. Солнцев, А. Г. Исаченко, К. И. Геренчуо и другие, понимают под ландшафтом единицу определенного таксономического ранга в виде района или части района. Однако, как отмечается в литературе, закрепление термина за комплексными образованиями лишь одного таксономического ранга входит в противоречие со сложившимся использованием производных терминов типа «ландшафтный», «ландшафтное планирование» и т. д. (Охрана ландшафтов, 1982). Достоин сожаления, что такое толкование ландшафта начинает преобладать в литературе, поэтому и в качестве фундаментального географического понятия чаще используется громоздкий термин «природный территориальный комплекс». Придерживаясь такой точки зрения, трудно говорить о «ландшафтном» подходе при изучении различных геосистем, так как этот термин оказывается привязан к одному таксону.

Мы рассматриваем ландшафт как геосистему любого ранга. Поэтому, с одной стороны, предельным его значением является ландшафтная сфера (геосфера, географическая оболочка), а с другой — элементарная геосистема — фация, наименьший ландшафт, «атом» разновеликих геосистем. Таким образом, мы понимаем ландшафт как безразмерный термин общего пользования, служащий для генерализованного обозначения комплексного, системного явления.

Фация

Фация (*от лат. fades — лицо, облик*). Швейцарский геолог А. Грессли в начале XIX в. обратил внимание на то, что как в современных морях, так и в морях прошлого прибрежные и отдаленные от берега мелководные участки и глубокие зоны, зоны прибоя и затишья, скалистый и илистый грунт — все должно обладать своими собственными характерными осадками и соответствующим их характерным животным миром (Шатский, 1986). Исходя из этого, в 1836 г. А. Грессли написал, как он пришел к заключению, что каждое отложение в пределах своего горизонтального распространения обнаруживает довольно определенные вариации; эти вариации представляют постоянные особенности как в своем петрографическом составе, так и в палеонтологических признаках комплекса их ископаемых, причем их изменения подчинены особым и постоянным законам. И дальше он пишет, что такие видоизменения названы им видами отложений, или фациями. Анализируя это определение в книге «Учение о фациях», Д. В. Наливкин пишет, что «фация — это осадок (горная порода), на всем своем протяжении обладающий одинаковым литологическим составом и заключающий в себе одинаковую фауну и флору. Это определение действительно как для отложений прошлого, представляющих уплотненные, нередко измененные горные породы, так и для современных неизмененных осадков. Фация — это не только осадочная порода, т. е. литологическое понятие, но одновременно и определенная однородная часть суши или дна моря, т. е. геогнафическое или палеогеографическое понятие...

Фация — это единица ландшафта. На фации подразделяются все ландшафты, вся земная поверхность... Точно так же, как весь органический мир, все животные и растения делятся на виды, вся земная поверхность, все моря и континенты делятся на фации» (Наливкин, 1956, с. 5).

Такая трактовка фации была предложена Д. В. Наливкиным еще в 30-е годы.

В геологии моря под фацией некоторыми авторами понимаются обстановки осадконакопления, современные и древние, овеществленные в осадках или породах (Логвиненко, 1980, с. 118), или участок морского дна с одинаковыми физико-химическими условиями, имеющий один и тот же источник питания, т. е. одинаковый генезис, как органогенных, так и минералогенных частиц с одинаковой флорой и фауной, пережившими одну и ту же геологическую историю (Кленова, 1948). Понятием «фация» начали оперировать и биологи (Дерюгин, 1915; Зернов, 1934; Кашкаров, 1938), понимая под ним комбинацию определенного типа грунта с определенным комплексом животных форм. Затем понятие «фация» трансгрессировало в ландшафтоведение с помощью Л. Г. Раменского и Л. С. Берга.

Практически каждый исследователь дает по-своему сформулированное понятие фации, поэтому нет смысла здесь их все приводить. Почти все авторы сходятся в том, что фация является минимальной оперативной единицей ландшафтов, «наименьшей однородной в природном отношении частью ландшафта» (Анненская и др., 1963), «наименьший природный территориальный комплекс» (Охрана ландшафтов, 1982) и т. д., т. е. нечто неделимое, однородное и наименьшее, что есть в ландшафте. Таким образом, с системных позиций фация представляет собой элемент ландшафтной системы.

У большинства определений фации, по мнению Д. Л. Арманда (1975), есть общий недостаток. Рассматривая фацию как элементарную единицу таксономического ряда классификации ландшафтов и беря за основу, к примеру, определения Н. А. Солнцева (1949), Г. Н. Анненской и др. (1963), невозможно отличить фацию от более крупных или более мелких таксономических единиц. Это происходит потому, что критерии, по которым определяется фация, присущи и другим единицам. Так, все они являются природными территориальными комплексами и все они в определенной степени относительно однородны и однообразны по литогенному составу, биогеоценозу, рельефу, количеству получаемого тепла и влаги и т. д. Меры однообразия и одинаковости нет. Приводимые примеры фаций, такие, как склоны оврагов разной экспозиции, конусы выноса и т. д., при более детальном рассмотрении отнюдь не однородны; здесь также имеются различия и в литологическом составе, и в растительном покрове, и в увлажненности, и т. п. Неинструктивность подобных определений и сложность их использования на практике, продолжает Д. Л. Арманд, происходят от того, что многие авторы представляют земную поверхность в виде мозаики хорошо различимых между собой «генетически обособившихся природных территориальных единиц». В действительности эти единицы «отличить далеко не всегда возможно, и определения не помогают найти выход из положения» (Арманд, 1975, с. 288).

По мнению Д. Л. Арманда, Э. Неефа и др., к которым мы присоединяемся, сетка классификационных единиц является плодом мыслительной

работы ученого. Мы конструируем мысленно и прилагаем к местности сетку районов, «которой она сама не имела». При этом неизбежно проявление субъективности, выражающейся в том, что, выбирая границы ландшафтов, мы совершаем два волевых акта: выбираем классификационный признак и степень его неразличимости.

Мы считаем фацию элементарной ландшафтной единицей. Элементарность фации заключается как в ее неделимости на данном структурном уровне, т. е. в невозможности провести через фацию какой-либо границы, так и в том, что вся поверхность Земли или вся ландшафтная оболочка может быть представлена как композиция из серий, мозаик, рядов и других распределений множественно повторяющейся и закономерно изменяющейся в зависимости от закона композиции универсальной единицы — фации.

Нерасчленимость фации как «атома» ландшафта или как «кванта» ландшафта относительна. Безусловно, в фации мы видим различные состояния взаимодействующих факторов, таких, как рельеф, минеральный и петрографический состав, почва, климатические характеристики, растительный и животный мир, характерные энергетические потоки и т. д. Однако эти факторы не являются элементарными составными частями фации, а служат лишь характеристиками фации, безградиентно и универсально повторяющимися на всем пространстве, занятом фацией. В этом смысле фация может быть расчленена на компоненты. Сама фация по своей сути инвариантна с позиций компонентного анализа, представляется в различных проекциях, при этом каждая из таких проекций является хоть и характеристической, но недостаточной. В этой связи можно говорить о «климатической проекции» фации, о «почвенно-растительной проекции», но говорить о том, что фация может быть разделена на климат, почвенно-растительный покров, животный мир и минеральный субстрат, было бы методологически неверно, так же как представлять системное целое в виде набора частей.

Вполне очевидно, что фации могут быть ранжированы в различные пространственные ассоциации и могут сменять одна другую во временной или сукцессионной последовательности, формируя многообразие иерархически соподчиненных и структурно вложенных таксономически различных систем. Это дает основание рассчитывать на построение классификации фаций и их типологии. При этом, учитывая, что классификация есть расположение объектов множества в некотором ряду или последовательности в соответствии с некими принципами, указывающими на связь между объектами, можно говорить о множестве фаций, о связи между ними и о различных композициях фаций, поддающихся не только анализу, но и композиционному синтезу. В этой связи следует рассмотреть вопрос об иерархии пространственных сцепок фаций — последовательных, параллельных, пересекающихся (мозаик), образующих сложные комплексы с иерархией соподчиненности как по степени сложности, так и по временной периодичности движения. Это соображение наводит на мысль о необходимости разработки принципов номенклатурной иерархии фаций. Одно из решений подобной задачи, в первом приближении, уже предлагал Д. В. Наливкин, остановившийся на мысли повторить принципы, заложенные в зоологическую номенклатурную иерархию. При манипулиро-

вании с понятием «фация» не будем также забывать, что сам термин в первую очередь был предложен А. Грессли для морских условий.

В плане сравнения величины площадей, занимаемых тем или иным ландшафтным подразделением (фацией), заметна некоторая парадоксальная «несообразность». По мнению Ф. Н. Милькова, фации должны интересовать ландшафтоведов не как самостоятельные комплексы, а как составные, неотъемлемые части неких более крупных комплексов, называемых урочищами. В силу резкой изменчивости обстановки формирования ландшафтов суши, сконцентрированной на малом пространстве, возникает необходимость укрупнения таксономических единиц. В этом смысле фация и урочище на суше связаны таксономическими взаимоотношениями. При этом урочище в абсолютном, размерном плане обычно относительно мало и его невозможно отразить даже на среднемасштабной карте. Поэтому для выражения ландшафтной структуры значительных по размеру поверхностей Земли в «сухопутном» аспекте приходится думать о более объемных ландшафтных категориях, где урочища будут оперативными картировочными единицами, а фация за своей малостью скроется из виду. Начинают говорить о ландшафте как о структурном объединении урочищ.

С другой стороны, строение морских акваторий таково, что одна фация может быть закартирована в самом мелком масштабе и займет гигантские пространства, сравнимые с площадью целого материка. А в отдельных участках, в зонах повышенных градиентов факторов среды, возникает фациальная пестрота, сравнимая с наземной. Отсюда вполне очевидной становится безразмерная сущность фации.

Таким образом, при анализе явлений и понятия фации возникает целый спектр проблем фациальной парадигмы. И каждая из этих проблем ожидает своего решения с применением специфических для этой проблемы методов, аспектов и способов представления данных.

В этой связи заслуживает внимания анализ взаимоотношения понятий «ландшафт» и «фация». На наш взгляд, если понятие «ландшафт» содержит в себе прежде всего мировоззренческую концепцию системного взгляда на природное территориальное единство, выраженное в определенных материальных носителях, то «фация» является конкретным выражением этого самого ландшафта, репрезентатором «ландшафтной идеологии», увиденным, описанным и указанным на конкретной местности. В том смысле, что фация есть предельная единица ландшафта, эти понятия синонимичны, но ландшафт по отношению к фации является родовым понятием, и фация — это «такой ландшафт, который...». К примеру, в лесном ландшафте может быть указана фация леса и фация поляны.

Биоценоз

В «Учении о фациях» Д. В. Наливкин (1956) писал, что совокупность животных и растений, связанных с данной фацией, называется биоценозом, а совокупность физико-географических условий, связанных с данной фацией, — биотопом. Следует остановиться на рассмотрении этих терминов, так как различными исследователями они понимаются неоднозначно.

В 1877 г. вышла работа немецкого биолога Мёбиуса, в которой был введен термин «биоценоз». Он писал, что каждая устричная банка представляет некоторым образом общину (Gemeinde) живых существ, которые находят на этом месте все условия роста и сохранения, т. е. наиболее подходящий грунт, количество пищи, соленость и температуру, переносимую взрослыми и подходящую для развития. Каждый живущий там вид представлен наибольшим количеством особей, которые могут развиваться при наличных условиях. Наука не имеет еще слова для обозначения такого собрания живых существ, отвечающего по числу видов и особей средним жизненным условиям, которые обоюдно влияют друг на друга и могут путем размножения поддерживаться в определенном районе. Мёбиус называл такую совокупность биоценозом (от bios — жизнь и koines — иметь что-либо общее) или жизненной общиной (Lebensgemeinde). Каждое изменение какого-либо фактора, обуславливающего биоценоз, производит изменение и других его факторов. Если какое-либо из условий его жизни продолжительное время отличается от прежней средней, то перестраивается весь биоценоз; он изменяется также, если число входящих в него индивидов падает или увеличивается под влиянием человека или если какой-либо вид выпадает или вновь входит в общину.

Термин «биоценоз» был принят биологами, однако его судьба мало отличается от различно понимаемых ландшафта или фации. И. Н. Фимтьев в 1924 г. писал, что термин «биоценоз», принадлежащий Мёбиусу, довольно разно понимается разными авторами, его применявшими. Разногласица особенно ярко выявилась в документах, которые имели место в гидробиологической секции I съезда русских зоологов в декабре 1922 г. Докладчики Г. Ю. Верещагин, К. М. Дерюгин, В. М. Рылов, В. Н. Беклемишев, И. Н. Фимтьев и другие приняли этот термин, но почти все различно его понимали. Фамилии участников этих дискуссий говорят сами за себя. Почти каждый из них является главой определенной биологической школы. Последователи их до сих пор не нашли между собой общего языка. Смысл, вкладываемый в термин «биоценоз» разными авторами, в настоящее время чрезвычайно широк. Так, К. В. Беклемишев определяет его как «часть живого покрова Земли» (1982, с. 7), а Н. В. Тимофеев-Ресовский и А. Н. Тюрюканов (1966) впадают в другую крайность, понимая под биоценозом участок территории или акватории, через который не проходит ни одна установившаяся существенная биоценотическая, почвенно-геохимическая, геоморфологическая и микроклиматическая граница. Тогда, по справедливому замечанию Н. Е. Денисова и О. Б. Мокиевского (1969), о каждом обросшем камне или песчаной прогалине между камнями придется говорить, как об отдельном биоценозе. Нетрудно заметить, что в вопросе о биоценозе у биологов возникают те же проблемы, что и у географов при толковании термина «фация». Некоторые, не пользуясь термином «фация», пытаются подменить его термином «биоценоз».

Чтобы не запутаться в многочисленных формулировках биоценоза и не тратить бесполезно силы на попытку выявить «наиболее правильное», попробуем проанализировать исходное определение Мёбиуса. Как мы уже говорили, Мёбиус дал определение биоценозу на примере устричной банки. Известно, что размеры устричных банок могут быть самыми разными в диаметре — от 10 до 100 м и более. Многие исследователи, зная

это, применяют термин «биоценоз» только к сообществам, обитающим на площади, соразмерной с устричной банкой, что заводит в тупик при поиске элементарной единицы как в биогеографии, так и в ландшафтоведении. Данное применение термина «биоценоз» затруднительно. О бесперспективности такого подхода по отношению к фации в свое время резонно утверждал Д. Л. Арманд.

Еще раз внимательно прочитав определение биоценоза Мёбиуса, в качестве эксперимента заменим слова «устричная банка» словами «коралловый риф». Смысл определения не потеряется, ибо кораллы, кораллобионты и рифолобы находят здесь наиболее подходящий грунт, количество пищи, солёности, температуру. И количество особей здесь максимально при наличных условиях. И собрание живых существ, которые обоюдно влияют друг на друга и путем размножения постоянно поддерживаются в определенном районе. Биоценоз кораллового рифа изменяется, если число входящих в него видов уменьшается или увеличивается под влиянием человека (например, при угнетении коралловых рифов загрязнениями), если какой-нибудь вид выпадает или вновь входит в общину, как это было с нашествием звезд акантастер на Большой Барьерный риф Австралии.

Таким образом, «биоценоз» в приложении к «коралловому рифу» полностью соответствует понятию «биоценоз» устричной банки. Однако мы знаем, что размеры рифовых образований достигают десятков, сотен и даже тысяч километров. Значит, не может быть и речи о локальном или размерном толковании биоценоза.

Следовательно, под биоценозом следует понимать «общину живых существ», «жизненную общину» или биотическую составляющую (биотический компонент), биоту природной сбалансированной системы любого размера и ранга.

Биогеоценоз

Биогеоценоз (от греч. *bios* — жизнь, *geo* — Земля, *koinos* — общий). Понятие о биогеоценозе введено В. Н. Сукачевым в 1942 г. Оригинальная трактовка этого термина в окончательном виде выглядит так: «Совокупность на известном ^ротяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии» (Сукачев, 1964, с. 23). Это определение близко к понятию ландшафта в том виде, как его представляли Л. С. Берг, А. Г. Исаченко, Д. Л. Арманд, и синонимично понятию экосистемы в представлении К. В. Арнольди и Л. В. Арнольди (1962) и Б. В. Преображенского (1980). К. В. Беклемишев (1982) вовсе отрицает существование биогеоценоза, объясняя это тем, что биогеоценологи сделали от биологии шаг в сторону географии, но не довели его до конца, остановившись на интуитивном,

логически не оправданном представлении о биогеоценозе. В. Е. Соколов, наоборот, считает, что представление о биогеоценозе как о функциональной и пространственной единице биосферы (в отличие от экосистемы, которую он понимает как объект с произвольным набором компонентов) позволит выявить естественный природный объект [см. предисловие В. Е. Соколова к «Экологии» Ю. Одума (1986)]. Высказывается надежда на возможность найти естественные границы естественного природного объекта, что, по мнению Д. Л. Арманда и Э. Неефа, невозможно. Закономерности, управляющие природными процессами, изменяются постепенно. И в данном случае биогеоценология, как и любая наука о природе, создает свой объект субъективно, с точки зрения ее задач, интересов и т. д. (Амбарцумян, Казютинский, 1975).

Мы в своей работе не пользуемся термином «биогеоценоз», понимая его как синоним экосистемы. Не можем мы согласиться и с пониманием биогеоценоза как выдела фации. Ибо биогеоценоз является геосистемой, фация — элементарной и наименьшей геосистемой, которая уже не содержит в себе других геосистем. Нами принимается хорошо разработанное В. Н. Сукачевым и дополненное А. Г. Вороновым понятие о структуре биогеоценоза в приложении к экосистеме (Охрана ландшафтов, 1982). У них биогеоценоз представляется как совокупность биоценоза и биотопа, что аналогично структуре экосистемы по А. Тэнсли (Tansley, 1935) и Ф. Рамаду (1981).

Биотоп

Биотоп (*от греч. bios — жизнь, topos — место*). Причем биотоп толкуется двояко: в узком смысле — участок территории, занятый одним биоценозом, и в широком — для обозначения всей абиотической среды биоценоза (Арнольди К. В., Арнольди Л. В., 1962). Мы склоняемся к последнему определению. Тогда по аналогии с трактовкой биоценоза биотопом будет называться абиотическая составляющая природной биоцентрической системы любого таксономического ранга.

Биотоп составляет физическую основу биоценоза и характеризуется географическими условиями, количеством приходящей солнечной радиации, ветром, температурой, влажностью, течениями (в водной среде), концентрацией и качеством минеральных элементов (Рамад, 1981). Термин «биотоп» — биоцентрическое понятие, поэтому пользоваться им следует только при экологическом или чисто биологическом подходе к изучению природы.

Экосистема

С развитием общей теории систем в науках о Земле появился предложенный видным английским экологом А. Тэнсли (Tansley, 1935) термин — «экосистема» (*от греч. oikos — дом, место и systema — целое, состоящее из частей*).

Тэнсли формулирует экосистему как особую категорию из физических систем, составляющих Вселенную. В экосистеме организмы и неорганические факторы являются ее компонентами, находящимися в динамическом равновесии. Без организмов или без неорганической компоненты экосистема не будет системой.

С течением времени было дано множество формулировок экосистеме, что неизбежно вытекает хотя бы даже из тех посылок, что существует более ста определений понятий «система». Однако все определения экосистемы сходятся в одном: под экосистемой понимается такая природная система, где происходит взаимодействие и имеется взаимозависимость между живой и неживой ее частями. Другими словами, экосистема есть такой комплекс, между биотическими и абиотическими компонентами которого происходит обмен веществом, энергией и информацией (Одум, 1986; Вилли, Детье, 1974; Охрана ландшафтов, 1982; СЭС, 1979; и др.). Нетрудно заметить сходство формулировок ландшафта и экосистемы. Это неудивительно, поскольку экосистема — биоцентрический природный комплекс, в котором выясняется влияние всех факторов на живые компоненты, на «хозяина» экосистемы. А ландшафт — это тот же природный комплекс, но где биотическая и абиотическая его составляющие рассматриваются как равнозначные элементы. Любую природную систему, любой природно-территориальный комплекс можно рассматривать двояко: как экосистему, где все аспекты рассматриваются в связи с организмами, и как ландшафт — «полицентрическое» понятие (Сочава, 1978; Преображенский, 1980). Таким образом, экосистема — это «предвзятое» с биологической точки зрения толкование природной системы, рассматриваемой более узко, специфично в отличие от ландшафта. У. Ф. Рамада экосистема представляет собой совокупность сообщества живых организмов (биоценоза) со специфическим физико-химическим окружением (биотопом). Причем биоценоз и биотоп оказывают друг на друга взаимное влияние, что выражается главным образом в непрерывном обмене энергией как между двумя составляющими, так и внутри каждой из них (Рамад, 1981).

Из эквивалентности понятий «ландшафт» и «экосистема» следует, что свойства и характерные особенности одного принадлежат и другому. Так, на них распространяется «принцип эмерджентности», когда свойства системы не сводятся к сумме свойств ее составляющих. И наконец, экосистемы, а следовательно, и ландшафты являются открытыми системами, где важную роль для функционирования системы играет среда на выходе и среда на входе (Одум, 1986).

Определение экосистемы в большинстве случаев содержит лишь указание на наличие в ней целого ряда компонентов, иногда необоснованно называемых элементами, и на наличие между этими компонентами неких связей, которым приписываются свойства энергетических, вещественных и информационных потоков, порой — причинно-следственных отношений.

Среди компонентов экосистемы указываются в первую очередь биотические, представленные набором таксонов, популяций, группировок организмов, трофических объединений типа жертва—хищник, продуцент—консумент. Абиотические компоненты экосистемы представляются в виде минеральных веществ, вовлекаемых в кругооборот газов, жидкостей,

тепла, лучистой энергии, механической энергии. Весь этот разнообразный материал представляется в виде обусловленного многочисленными прямыми и обратными связями кибернетического единства, обладающего некими общими системными или элементарными свойствами, отсутствующими в отдельных названных выше компонентах и их объединениях. Вполне естественно, что указанный выше набор в той или иной степени можно найти в любом содержащем живое вещество выделе, привязанном к местности какой угодно величины. В силу отсутствия в определении экосистемы исходного ограничения по качеству или функции мы не можем пользоваться данным определением как правилом или инструкцией для выбора в качестве основания для сравнения разных природных выделов с целью установления пределов применимости его к конкретной обстановке. В этой связи мы можем устанавливать или объявлять любой чем-то привлекающий наше внимание участок суши или водной массы «экосистемой», лишь бы он содержал минимальное количество живой и неживой материи, безусловно и всегда связанных друг с другом вещественными и энергетическими и информационными отношениями. Эта связь будет существовать постоянно, хотя бы в силу естественных свойств всякого живого организма вступать в активные взаимоотношения с окружающей средой.

В первом издании книги Ю. Одума «Экология» об экосистеме говорится следующее: «Сообщество и неживая окружающая среда функционирует вместе как экологическая система (экосистема). Экосистема, в сущности, более научное обоснование того, что выше названо «природой». Наконец, часть нашей планеты, где расположены экосистемы, а именно обжитые почва, воздух и вода, условно обозначаются как биосфера». И далее: «... на всех уровнях действуют гомеостатические механизмы, т. е. регуляторы балансирования (или силы и противосилы), которые создают затухание колебаний» (Одум, 1968, с. 14).

В главе «Экосистема» далее читаем: «С экосистемных позиций озеро, лес и **какие-нибудь другие элементы природы** (выделим это место.— *Б. П.*) представляются нам состоящими из двух основных компонентов: автотрофного компонента (автотрофный — значит самопитающийся), способного фиксировать световую энергию и использовать в пищу простые неорганические вещества, и гетеротрофного компонента (гетеротрофный — значит питающийся готовыми органическими веществами), который разлагает, перестраивает и использует сложные вещества, синтезированные автотрофными организмами» (Там же, с. 18).

Структура экосистемы представляется Ю. Одумом по четырехкомпонентной схеме, в которой выделяются абиотические вещества, производители-продуценты, крупные потребители или макроконсументы — гетеротрофные организмы, разлагатели и микроконсументы, называемые также сапрофитами, которые также гетеротрофны.

Все другие определения экосистемы (и синонимичного ей биогеоценоза) в той или иной степени, с вариациями, соответствуют приведенной выше распространенной характеристике. Порой к этой характеристике присовокупляются дополнительные характеристики: «исторически сложившееся», «факторы обитания в широком смысле», «живые и неживые элементы в природе связаны в единую систему, в которой происходит

каскадный процесс передачи энергии от одних ступеней к другим и круговорот веществ» (Там же, с. 18) и т. д.

Почти везде можно видеть дополнительные характеристики вроде: «Биогеоценозы (экосистемы) могут быть разных размеров: кочка среди болота или пеня в лесу, нора с ее населением, аквариум — примеры микроэкосистем; отдельную растительную ассоциацию со **всеми ее компонентами**, например ельник-кисличник, ельник-брусничник и т. п., озеро, можно назвать мезоэкосистемами, а океан, суша и отдельные типы растительности (лес, степь, луг и т. п.) являются макроэкосистемами» (Пономарева, 1978, с. 103—104).

Обратим особое внимание на выделенные нами места в текстах Ю. Одума и наугад взятой книги И. Н. Пономаревой. В обоих текстах наше внимание привлекли замечания о компонентах природы и компонентах растительной ассоциации, причем «какие-нибудь другие компоненты природы» — столь же неопределенная вещь, как и «все компоненты» растительной ассоциации. Именно эти члены отлично подчеркивают неопределенность объема понятия экосистемы в ее физическом выражении. Неопределенность размерная, связанная с неопределенностью физической и смысловой.

Поэтому экосистема — это и почва, и воздух, и вода, и кочка, и океан, т. е. полный простор для фантазии, поле, открытое для любой инициативы, область приложения любого волюнтаризма в науке. И в то же время в характеристике экосистемы, приведенной Ю. Одумом, имеется instructивная идея, способная резко ограничить размах инициативы в применении понятия экосистемы и ввести критерии системности. Все дело в том, что в экосистеме действуют гомеостатические механизмы или регуляторы балансирования, но не в виде неких идеалистических сил и противосил, а в виде названных основных компонентов — автотрофного и гетеротрофного. Именно наличие механизма гомеостатического и энергетического балансирования автотрофного и гетеротрофного звеньев, замыкание созданной автотрофно продукции на деятельность макро- и микроресурсов и гетеротрофов с нулевым окончательным балансом делают систему замкнутой и вооружают ее системной устойчивостью и общим системным свойством.

Вполне естественно, что понятие об экосистеме как абсолютно замкнутой, полностью сбалансированной по веществу и энергии представляет собой не что иное, как чистую абстракцию или «нуль-гипотезу». Любая природная или искусственно созданная система не может быть энергетически и вещественно независимой. Но если без гомеостатического баланса по веществу и энергии ни одна природная система не может быть признана системой, то не означает ли это, что в природе мы не знаем вообще ни одной истинной системы? Не является ли в этом отношении истинной системой лишь недавно изобретенная фикция — «черная дыра»?

Постепенное и последовательное раскрытие нашей абсолютно замкнутой системы доведет ее через огромную серию реальных систем условно-замкнутого и условно-открытого типа до полного взаимного растворения систем. На предельном логическом полюсе этого раскрытия мы получим полное слияние всех предельно открытых систем в единую «абсолютно открытую» «сверхсистему», за и вне которой ничего не существует и у

которой вообще нет никаких пределов, а потому она и не система. Таким образом, мы приходим к вечной и бесконечной Вселенной, которая в строгом смысле и не является системой, и не имеет системного свойства, и, следовательно, лишена структуры.

Как видим, определить экосистемные свойства и раскрыть само понятие экосистемы оказалось не так-то просто. По всей видимости, в тех пределах, которые предложены Ю. Одумом, для практических целей нам придется признать экосистемой любое исторически сложившееся или искусственно созданное биотическое объединенно-гомеостатически сбалансированное по сумме автотрофной продукции и гетеротрофному потреблению.

Общесистемным свойством экосистемы в таком случае станет системный трофодинамический гомеостатический баланс. Главным решающим принципом установления такого системного свойства явится применение законов сохранения.

Предложенное решение проблемы установления целостных свойств экосистемы позволяет воспользоваться методологией системно-структурного анализа в исследовании иерархии экосистем и в установлении их внутренней структуры. С этих позиций сам термин «экосистема» становится лишь качественным номинативом для характеристики особого аспекта сложного природного биотического образования, при котором на задний план отступает множество отдельных составных частей, выделяемых в этом образовании, таких, как популяционная структура, система пищевых связей и т. д. Представленное же в только что упомянутых терминах это образование будет рассматриваться уже как другой системный объект. В принципе с позиций введения общего основания системной выделенное™ природное сложное биотическое образование, в котором рассматриваются в первую очередь гомеостатически сбалансированные экологические связи (остается лишь решить — какие?), будет рассматриваться как «экосистема». Если ведущим признаком такой системы является трофологический баланс, или энергия, или просто литология, то такая система будет уже соответственно «трофосистемой», «энергосистемой», «литосистемой»; баланс биохимического и «минерально-химического» вещества в экосистеме приводит к созданию «биогеохемосистемы», относительно замкнутой по биохимическому и геохимическому циклам, но, вполне возможно, открытой по остальным параметрам. Границы таких систем могут совпадать друг с другом, но могут и пересекаться.

В силу неопределенности понятия «экология» и множественности представлений об уровнях и аспектах строения «экосистем» нам ничего другого не остается, как либо считать понятие «экосистема» неопределенным термином широкого профиля, либо искусственно заузить его, нагрузив одной, специфической функцией.

Приведенный разбор приводит нас к заключению, что в экосистемной парадигме уже в настоящее время накопилось достаточно материала, разнообразного в аспектном отношении, а также различного в параметрическом отношении, для того чтобы попытаться составить хотя бы грубые очертания общей классификации «экосистем». По всей видимости, нам следует на первом этапе перечислить всю систему при-

знаков, разделяющих и объединяющих различные аспекты и параметры экосистем, и разработать систему признакового логического пространства экосистемной парадигмы. Следующим шагом будет выработка аспектно-параметрической комбинаторики, образующей тело классификационной матрицы.

Структурная модель экосистемы может быть выработана лишь в том случае, если нам удастся выработать представление об элементе в составе экосистемы или о той первичной, далее неразделимой на данном структурном уровне ячейке, композиционное повторение конечного множества которой составляет каркас экосистемы. Исходя из четырехкомпонентной схемы экосистемы Ю. Одум, в каждой экосистеме можно было бы выделить четырехкомпонентный элемент, но он обладает явной избыточностью, поскольку «микроресурсы» и «макроресурсы» образуют вместе гетеротрофное звено, а в «микроэкосистемах» макроресурсы могут вообще отсутствовать, и тогда наше определение будет валидно только для части интересующего нас множества объектов. С трофологических позиций экосистемным элементом является простейшая триада: минеральный субстрат с суммой абиотических параметров среды, автотрофный и гетеротрофный компоненты. Физически в реальной природе этой триаде соответствует элементарный, далее неразделимый «квант» ландшафтно-экологической системы — элементарный ландшафтно-трофологический биономический ряд. Этот ряд представлен набором фаций, сукцессионно установившихся в пределах конкретной экосистемы. Общий трофологический баланс, интегрально вычисленный в экосистеме по всему фациальному ряду с учетом реальных площадей, занятых каждой выделяемой элементарной фацией или измеренных методом регистрации продукции на входе или выходе либо другим методом, должен стремиться к нулю.

Отдельные фации, составляющие элементарный ландшафтно-трофологический биономический ряд, могут быть представлены в виде той или иной степени открытых самостоятельных экосистем второго, третьего и более высокого порядков. Они связаны друг с другом пространственными структурными отношениями, образующими порагенетическую ландшафтную пространственную зональность экосистемы.

Внешние потрясения могут привести как к временному нарушению пространственной картины распределения фаций в ряду, так и к полной внутренней перестройке.

Часто повторяющиеся контрастные по своей природе потрясения приведут к уменьшению разнообразия в составе элементарного ландшафтно-трофологического ряда, к его выравниванию и в пределе — к возникновению на его месте монофациальной ячейки упрощенной малокомпонентной экосистемы.

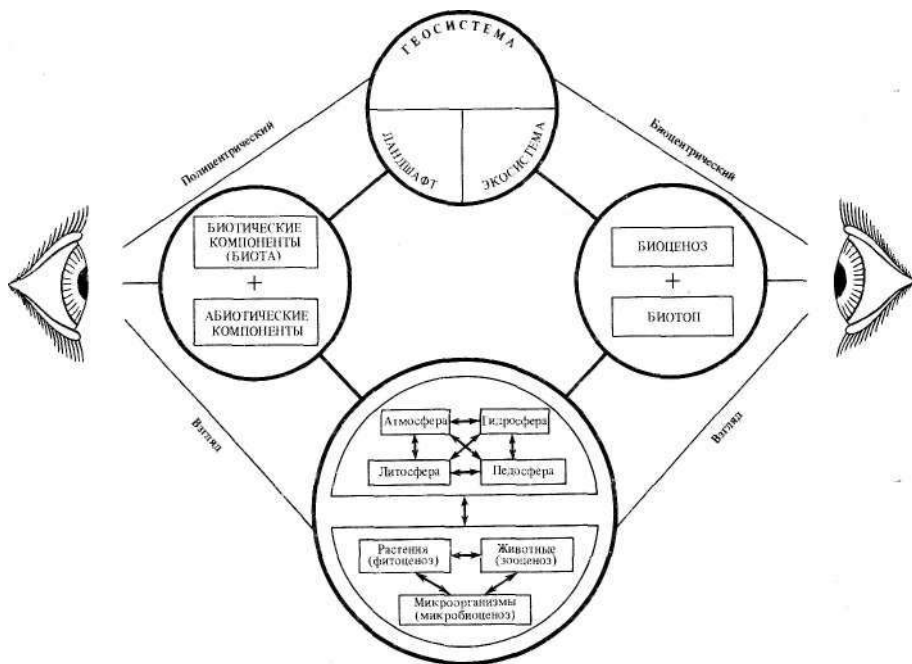
Элементом самого элементарного ландшафтно-трофологического ряда является фация как далее неделимая оперативная единица ландшафта, с экосистемных позиций обладающая элементарным трофодинамически сбалансированным набором продуцентов и консументов, населяющих элементарный биотоп.

Но если теперь обратиться к сущности набора организмов, населяющих неделимую оперативную единицу ландшафтной системы (или фацию)

с соответствующим ей разнообразием этих организмов, трофическими, химическими и энергетическими связями, то в случае сукцессионной устойчивости данной системы и гомеостатической сбалансированности этот набор будет представлять собой не что иное, как идеальный биоценоз Мёбиуса (см. выше).

ГЕОСИСТЕМЫ И УРОВНИ ИХ ОРГАНИЗАЦИИ

По существу «ландшафт», «биоценоз», «фация», «биогеоценоз», «экосистема» и некоторые другие термины, которые мы здесь не рассматриваем, например «голоцен» (Frederichs, 1930), «холон» (Koestler, 1969), «биокосное тело» (Вернадский, 1944), «геомер» (Сочава, 1972) и др., характеризуют геосистемы разных уровней организации в разных ракурсах и с различных профессиональных точек зрения. Используя разработанную В. Б. Сочавой и дополненную А. Г. Вороновым схему биоценозов (Охрана ландшафтов, 1982), на рис. 1 мы изобразили сложившуюся ситуацию различного подхода (полицентрического и биоцентрического) к изучению геосистем.



1. Схема взаимоотношения полицентрического и биоцентрического взглядов на геосистему

| | | | | | | |
|---|-------------------------|---|----------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| | БИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ | ← | ГЕНЫ | КЛЕТКИ | ОРГАНЫ | ОРГАНИЗМЫ |
| | + | | ↕ | ↕ | ↕ | ↕ |
| | АБИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ | ← | ВЕЩЕСТВО | | | |
| | РАВНЯЕТСЯ | | | | | |
| Биоцентрическая терминология | БИОСИСТЕМА | | Генетические системы | Клеточные системы | Системы органов | Системы организмов (Бионт) |
| Полицентрическая терминология (по Д.Л. Арманду) | ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ | | | | | |

2. Спектр уровней организации систем, содержащих живые компоненты. Геосистемы представлены в виде суммы непрерывно взаимодействующих биотических и абиотических компонентов

В принципе для придания общей картине образности любую геосистему можно представить с позиции теории инвариантов как бы заключенной в стеклянный многогранник с разноцветными гранями. Тогда, с одной стороны, наблюдатель увидит содержимое в розовом свете, с другой — в зеленом и т. д. Обозначив стеклянные цветные грани как позиции наблюдателя, на эту заключенную в центре геосистему можно смотреть с биоцентрических позиций, социальных, экономических, эгоцентрических и проч., однако независимо от «цвета» проекции и увиденной картины фактическое содержание геосистемы остается неизменным.

В процессе накопления знаний произошло большое терминологическое перекрытие, выразившееся в различном истолковании терминов нередко в силу того, что исследования проводились на различных уровнях организации геосистем.

Ю. Одумом (1986) предложена схема спектра уровней организации систем, содержащих живые компоненты. Исходя из основных уровней жизни, начиная с генов и кончая сообществами, расположив их в иерархическом порядке, Ю. Одум выдвигает предположение о возможности продолжения этого ряда в обе стороны до бесконечности.

Мы воспользовались этой схемой и продолжили ее вправо от сообществ до геомериды, подобрав биоцентрическим названиям систем на каждом уровне организации полицентрические (ландшафтные) эквиваленты (рис. 2). Для этого мы использовали понятийный аппарат, предложенный Д. Л. Армандом. Мы отдали ему предпочтение по той единственной причине, что Д. Л. Арманд не пользуется термином «ландшафт» как таксономической единицей. Здесь могут быть справедливы и другие исходные



понятия, но в них термин «ландшафт» иногда используется как таксономическая единица, и это внесет путаницу в наши рассуждения.

Геосистемы в этой схеме представлены в виде суммы биотических и абиотических компонентов, находящихся в непрерывном взаимодействии. Полицентрические эквиваленты биосистем меньше популяционных. В литературе нам не встречались, поэтому клетки в этой графе не заполнены.

Экология, по Ю. Одуму (1986), изучает главным образом системы уровня выше организма. Ландшафтоведение же изучает более узкий спектр, потому что ландшафты и экосистемы образуются лишь на уровне, где сообщество (биоценоз) функционирует совместно с неживой средой.

На настоящий момент так и не создано разработанной схемы дифференциации биоценозов в зависимости от уровня организации системы, так же как нет дробной дифференциации экосистем. Только для крупных региональных или субконтинентальных биосистем предлагается термин «биом» (Одум, 1986). А самая крупная из известных в мире биосистем — это биосфера, у которой биотической компонентой является геомерида. В географии же иерархическая структура ландшафтов разработана хорошо. Одну из таксономических систем мы приводим в качестве примера, исключив из этого ряда «биогеоценоз», так как не можем согласиться с Д. Л. Армандом (1975), что биогеоценоз можно использовать как единицу индивидуального ландшафтного районирования, о чем речь шла выше.

Из приведенной схемы (см. рис. 2) следует, что ландшафт или экосистема могут быть геосистемами любого порядка. Размерность при выделении ландшафтов или экосистем не играет роли. Ландшафт лишь тогда ландшафт, когда абиотическим условиям соответствует биотический комплекс на уровне сообщества (биоценоза). Или ландшафт — это такая

геосистема, где в потоках вещества и энергии роль биотического элемента этой системы играет сообщество организмов.

Следует напомнить, что под сообществом понимается сумма всех популяций, занимающих данный участок (Одум, 1986) и образующих конкретный биоценоз. Причем все равно, идет ли речь о капле воды или о Мировом океане!

И вновь возникает ставший сакраментальным вопрос: как же проводить границы между ландшафтами или экосистемами, если в капле воды мы видим ландшафт или экосистему, и Мировой океан это тоже ландшафт или экосистема? Очевидно, что границ между ними нет. Природа континуальна. По образному выражению Д. Л. Арманда, это лестница без лестничных площадок. А границы мы проводим, субъективно выбрав классификационный признак и ступень неразличимости (Арманд, 1975) и исходя из необходимости для географической практики.

Границы-линии проводятся для обозначения тех географических границ-полос, которые представлены трудноуловимым пограничным переходом. Они играют роль символов реальных географических границ, т. е. используются всегда лишь как вспомогательный методический прием (Нееф, 1974).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАНДШАФТОВ СУШИ И МОРЯ

Для ландшафтоведов суши вопрос о том, входит ли атмосфера в ландшафт, не возникает. Атмосфера и все протекающие в ней процессы являются составной частью ландшафта. По-другому обстоит дело в морском ландшафтоведении. К. М. Петров подразделяет природно-территориальные комплексы Мирового океана на водные и подводные, относя к последним подводный ландшафт как конкретный физико-географический таксон. У ряда исследователей океан рассматривается как система без дна и берегов, другие же изучают потоки вещества, энергии и информации у дна без связи с прилегающей водной толщей, хотя В. И. Вернадский в свое время и отмечал, что океан, даже мысленно отграниченный от атмосферы или дна, есть фикция.

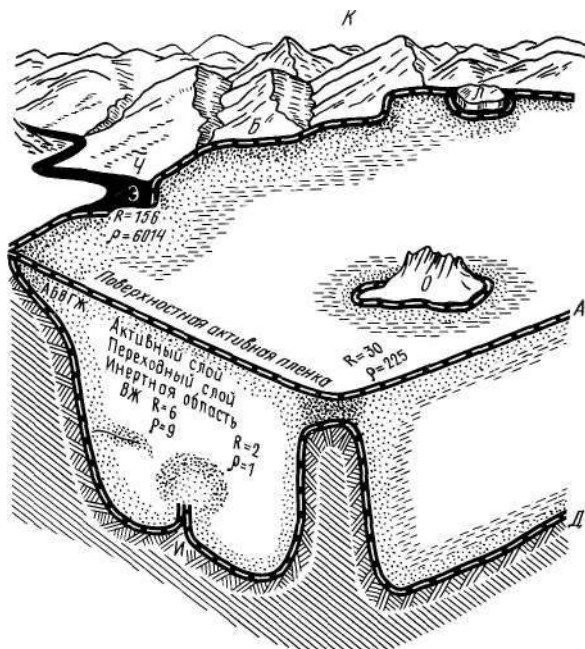
В 1925 г. В. И. Вернадский предложил концепцию четырех статических скоплений жизни в океане: две пленки (планктона и донная) и два сгущения (прибрежное (морское) и саргассовое).

Под планктонной пленкой понимается верхний (фотический) слой, а под донной пленкой — придонный (бентосный) слой. Саргассовые сгущения — это повышенная концентрация жизни в пределах верхнего пограничного слоя в открытом океане, не связанного с дном и берегом. Под прибрежным сгущением понимается скопление жизни и всплеск биохимических процессов в зоне прибрежного сгущения границ. По оценке В. И. Вернадского, активная трансформация вещества и энергии происходит лишь в «активных зонах», занимающих около 2% объема океанских

3. Циркумграничная структура океана. Дана оценка разнообразия условий и относительной вероятности сгущения жизни (Айзатуллин и др., 1979)

Наиболее существенные внешние и внутренние границы раздела:

- А — с атмосферой;
- К — с космосом;
- Б — с берегом;
- В — с взвешенным веществом;
- Г — с иной водной массой;
- Д — с дном;
- Ж — с живым веществом;
- И — с глубинным веществом дна (источники, вулканы);
- Л — с льдом;
- О — с островом;
- Ч — с антропогенным веществом (человек — океан);
- Э — с речными водами (эстуарии)



вод, прилегающих к граничным поверхностям океана. Такой подход позднее позволил Т. А. Айзатуллину, В. Л. Лебедеву и К- М. Хайлову построить циркумграничную модель структуры океана, где внешние границы океана (с атмосферой, берегом, дном) создают оболочечную структуру. Ее внутреннее пространство — основная масса океанских вод — представляется в первом приближении однородной, безградиентной, химически сравнительно инертной и биологически малоактивной областью (Айзатуллин и др., 1979, 1984). Этими же авторами дана приблизительная оценка мощности активных зон, понимаемых как пограничные слои такой толщины, где влияние границы при пересечении этого слоя уменьшается со 100 до 10—20%. Мощность верхнего пограничного слоя, по их оценкам, достигает 100 м, донного (толща грунта) — 1 см, придонного — 10 м, прибрежного — 10—100 км (рис. 3).

В циркумграничной структуре океана наши интересы сконцентрированы в прибрежном слое, где работы ведутся водолазным методом, и в придонном слое, доступном изучению с обитаемых подводных аппаратов, вне зоны влияния берегов, на глубине нескольких сот метров. Таким образом, работая в прибрежном слое, необходимо учитывать и изучать все факторы, образующие эту сложную геосистему, простирающуюся на десятки километров от берега, а в придонном слое можно ограничиться изучением 10-метровой толщи воды. Однако и в первом случае, и во втором не нужно забывать, что прибрежная и придонная геосистемы — системы открытые, как и любая другая система. Между ними и окружающей средой происходит обмен энергией и веществом, но градиенты этих потоков значительно меньше, чем в пограничных слоях.

Определив место наших исследований в сложной структуре океана, необходимо определить и сам предмет, т. е. подводные ландшафты. Для этого попытаемся сравнить покомпонентно понятия «ландшафт суши» и «подводный ландшафт».

Начнем с физических параметров и вытекающих отсюда свойств. Плотность воды в 1000 раз больше плотности воздуха, теплоемкость в 4 раза больше теплоемкости воздуха, теплопроводность в 25 раз больше теплопроводности воздуха. Благодаря этим характеристикам водные массы более инерционны, чем воздух. Амплитуда сезонных колебаний температуры на суше достигает местами 90° , а в море, да и то лишь в некоторых районах и лишь в тонком поверхностном слое, она может составлять 30° , на глубине же нескольких сот метров и вовсе исчезает. Из-за высокой плотности воды скорость придонных течений составляет в среднем 1—10 см/с и в редких случаях превышает 2 м/с. Средние скорости ветров обычно измеряются величиной порядка 6—10 м/с, а при ураганах скорость ветра нередко превышает 40 м/с.

Суша в отличие от океана не непрерывна; различные географические преграды препятствуют свободному перемещению организмов (Одум, 1975).

С энергетических позиций основные ландшафтообразующие факторы подразделяются на космические, теллурические и супракристалльные. Рассмотрим их по отдельности.

Космические факторы — это прежде всего солнечная радиация. В силу оптических свойств воды всего 1—2% массы океана получают 1% суммарной солнечной радиации. Поэтому в море все процессы фотосинтеза происходят на глубине не более 100 м, в исключительно редких случаях — до 200 м. На суше же, кроме районов, где царит продолжительная полярная ночь, большого дефицита в солнечной энергии нет.

Падение космических тел и космические излучения сказываются, по-видимому, одинаково и на суше и на море. А вот приливо-отливные явления выражены в более явном виде в водной оболочке Земли и играют важную роль в прибрежной зоне моря, а также в образовании сложной системы приливо-отливных течений.

К теллурическим факторам относятся явления, возникающие на базе внутренней энергии Земли: геотектонические явления, вулканизм, геомагнитное поле, магнитно-теллурические поля и аномалии, связанные с общим строением, фигурой и внутренними свойствами Земли. Воздействие этих факторов на ландшафты в основном одинаково как в море, так и на суше.

Отличие достигается в распределении в влиянии геотермального и гидротермального фонов. Геотермальный фон в общем одинаков и в океане и на суше, однако в зонах рифтовых разломов на огромных пространствах дна шириной до 200 км и протяженностью во многие тысячи километров он в 8 раз выше, чем на суше. В этих же зонах обнаружены выходы гидротермальных источников и развитые экосистемы, «оазисы жизни», получающие энергию не от солнца, а в результате хемосинтеза.

Благодаря гидротермальным источникам в некоторых глубоководных частях океана образовались своеобразные ландшафты, коренным обра-

зом отличающиеся от природных систем суши. Разница между сушей и океаном заключается еще и в том, что вследствие землетрясений, оползней и т. д. в море образуются гигантские волны — цунами, катастрофические последствия от которых резко сказываются на мелководных прибрежных ландшафтах и прибрежных ландшафтах суши.

Супракрустальные факторы скоррелированы с процессами, происходящими по поверхности планеты, и обусловлены конвективными потоками в газах и жидкостях, денудационно-транспортно-аккумулятивными процессами в цепи литогенеза; сюда же относятся все гидрометеорологические явления и биогеоценотические обменные потоки (Преображенский, 1984).

После рассмотрения различий физических свойств атмосферы и гидросферы мы подошли к одному из основных различий ландшафтов суши и моря. Почвенный слой, по образному выражению ведущих географов, — «произведение ландшафта» (Полынов, 1925), «зеркало ландшафта» (Докучаев, 1948), «память ландшафта» (Арманд, 1975) и, наконец, «высокоразвитая экологическая подсистема» (Одум, 1975) — отсутствует на морском дне. Поэтому питание автотрофов моря и зеленых растений суши происходит различными путями. На суше транспорт биогенов осуществляется через корневую систему из почвы. В море фотосинтезики ассимилируют эти вещества всей поверхностью прямо из воды, которая служит субстратом и передатчиком энергии в морских экосистемах (Преображенский, 1984). На суше почва служит также твердой опорой, и все наземные животные и растения имеют прочные опорные структуры. И наконец, испарение растениями. Рассеяние энергии присуще только наземным растениям, не говоря о влажности, важнейшем лимитирующем факторе развития растительности на суше (Одум, 1975). Различается и интенсивность мелкомасштабных поверхностных явлений моря и суши, химических и микробиологических процессов: на каждый квадратный метр площади дна приходится учитывать пористость донных осадков до 100 000 м² истинной поверхности. Это означает, что истинная удельная поверхность дна моря равна 10 м² на 1 г осадка (Айзатуллин и др., 1979).

Таким образом, не претендуя на всеобъемлющий анализ и затрагивая лишь основные свойства и компоненты морских природных систем и природных систем суши, можно прийти к выводу, что сравниваемые системы отличаются не только по всем физическим параметрам, но и по основным динамическим процессам, происходящим в них: обмену веществом и энергией, взаимодействию живой и косной компонент этих систем.

В таком случае при условии рассмотрения морской природной системы в ракурсе ландшафтной методологии уместен вопрос: ландшафт ли это? Если нет почти ничего общего с ландшафтом суши, на каком основании морскую систему мы называем по-сухопутному «ландшафт»? В этом плане мы согласны с теми авторами, которые считают, что современной науке о географии моря следует выработать свою терминологию, заимствовав у «сухопутных» коллег ландшафтный, системный подход в изучении сложной природы океана. А пока за неимением такой терминологии мы как паллиатив используем термин «подводные ландшафты»,

понимая под ним природные системы в зоне взаимодействия подводного рельефа и минерального субстрата, возникающие на базе определенной геологической истории, гидроклиматических факторов и биоты (Преображенский, 1984). В этом случае вся проблема состоит только в том, кто первый отважится ввести новый термин для нового понятия.

Подводные ландшафты в свою очередь подразделяются на более узкие «локальные» понятия: «прибрежные подводные ландшафты» и «придонные подводные ландшафты», или просто «донные ландшафты».

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЛАНДШАФТА

В силу естественной сезонности всех процессов на земной поверхности на одной и той же территории в разное время меняются как биотические доминанты, так и превалирующие физико-географические факторы, что в совокупности приводит к постоянным циклическим и периодическим изменениям структуры и системных свойств ландшафтов. Сезонные аспекты ландшафтов, безусловно, свойственны и морским условиям. Особое значение имеет естественная смена ландшафтов. Развитие ландшафта идет по законам сукцессионного замещения одного ландшафта другим и указывает на генетическую последовательность связей между соседними ландшафтами, чаще всего расположенными в определенной пространственной последовательности в направлении действия какого-то градиента среды. Все это приводит к необходимости исследования парагенетических пространственно-временных комплексов ландшафтов или ландшафтных формаций, характерных для того или иного участка земной коры в тот или иной конкретный отрезок геологической истории.

Исследования, проведенные нами в одних и тех же выделах, но в разные сезоны года, при разных погодных условиях, в период спокойного моря и после сильных тайфунов, показали, что облик и структура ландшафта подвержены сильным изменениям, но с течением времени происходит восстановление «привычного» облика ландшафта. Так, в ландшафте «ретины» в летний период сетка офиур замещается молодью морских звезд. В ландшафте «конхий» периодически появляются и исчезают густые заросли полихет. Мигрируют гастроподы, иглокожие, донные рыбы.

В этой связи, очевидно, следует говорить о ландшафте как о суммарном, межсезонном явлении и отдельно выделять фенологические аспекты, характеризующие состояния ландшафтной системы.

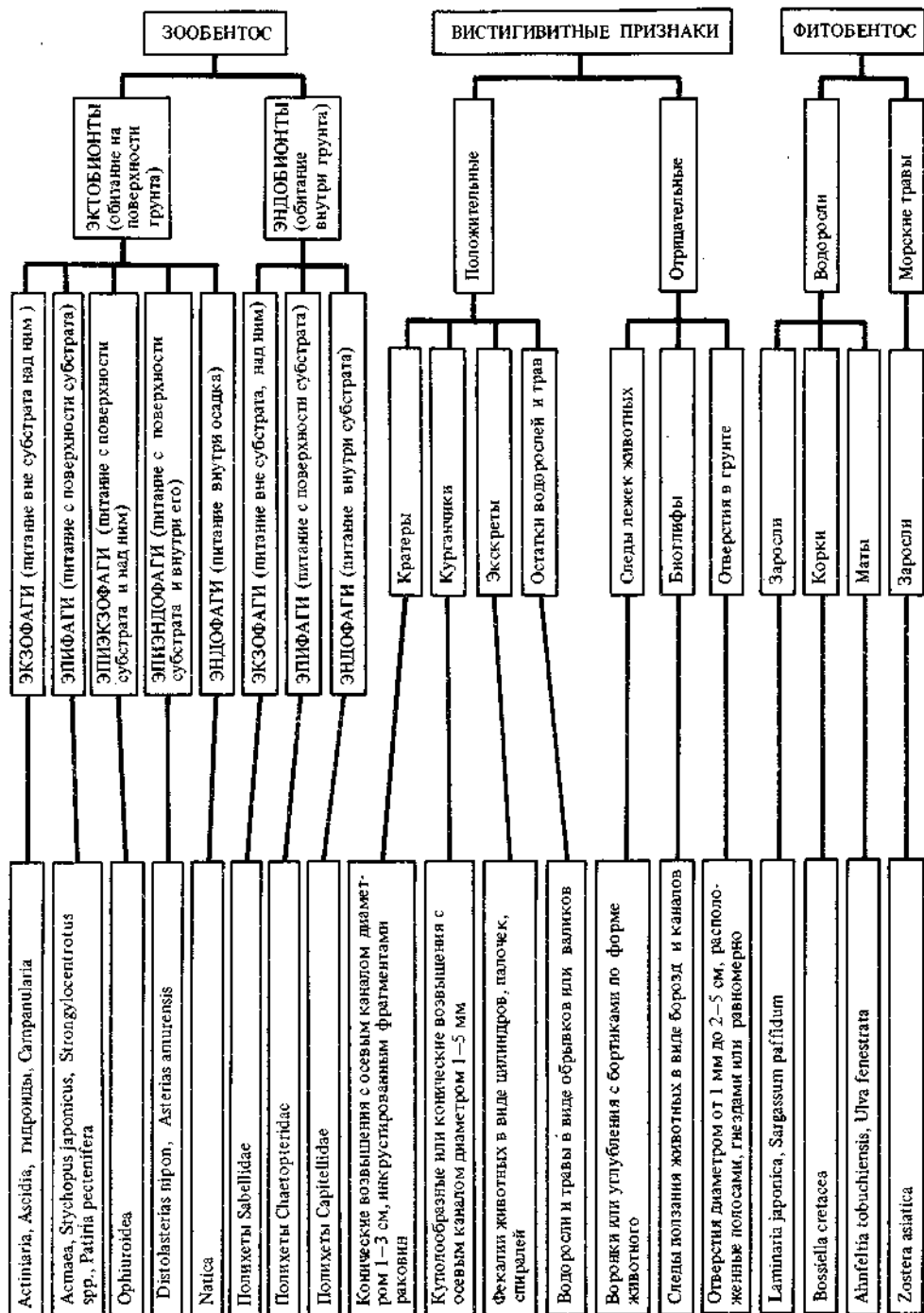
СИСТЕМА КАРТИРОВОЧНЫХ ПРИЗНАКОВ

Проблема опознаваемости подводных морских ландшафтов связана с разработкой системы дескриптивных признаков, лежащих в основе описательной и сравнительной характеристик. Как показывает опыт, человек видит лишь то, что понимает, или то, что ищет, или то, что поражает его воображение при первичном контакте. Подводные ландшафты в своей массе маловыразительны, легко различаются лишь контрастные по своим внешним признакам подводные ситуации; например, легко передать характеристику подводной равнины, покрытой густыми зарослями морских злаков.

Эта ситуация легко отличается от каменистого, резко расчлененного участка, покрытого друзами мидий, или колониальными кораллами, или гидроидами. Группа же песчаных ландшафтов с разной степенью выраженности рифелей или с разной степенью развития следов жизнедеятельности донных организмов довольно маловыразительна, и выделение разновидностей здесь требует углубленного анализа всей совокупности описательных характеристических признаков. Учитывая это, нам пришлось обратить особое внимание на разработку системы тех признаков, которые могут быть зафиксированы подготовленным водолазом-наблюдателем при визуальном обзоре подводной местности, без применения специальных аналитических методов и приборов. Предлагаемая нами ниже система визуальных картировочных признаков основана на многолетнем опыте подводного ландшафтного картирования в средней и южной частях советского Приморья. Безусловно, расширение сферы деятельности, перемещение в другие районы морского бассейна, увеличение глубинного диапазона картографической деятельности внесут много дополнительной информации и обогатят тот скудный список признаков, которым мы в настоящее время пользуемся. Более углубленные исследования процессов, протекающих на морском дне, вероятно, позволят нам увидеть и дополнительные внешнеморфологические признаки в хорошо знакомых нам сейчас ландшафтах, в настоящее время остающиеся вне сферы нашего внимания. В этой связи предлагаемая здесь система описательных признаков ни в коей мере не может приниматься как окончательная. Во всяком случае, мы приводим ее в таком виде, в котором использовали в практическом подводном ландшафтном картографировании (табл. 1).

Среди важнейших характеристических признаков подводного ландшафта первостепенное значение имеют рельеф, уклон дна в точке наблюдения, характеристика грунтов, качественный и количественный характер зоо- и фитобентоса, следы жизнедеятельности организмов на грунте.

Рассмотрим более подробно каждую группу этих признаков.

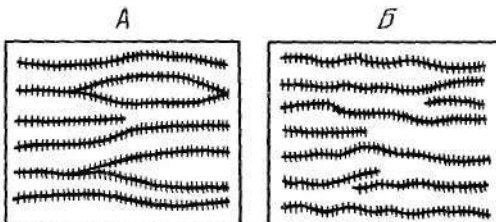
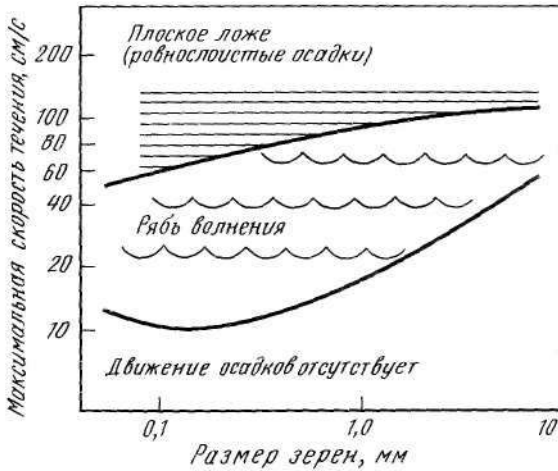


Рельеф

Так же как и на суше, в подводных геосистемах существенную ландшафтообразующую роль играет рельеф. Но в отличие от суши под водой возможности использования характеристик рельефа как диагностических признаков для описания, классификации и картографирования подводных фаций ограничены плохой видимостью. Непосредственному наблюдению здесь доступны в основном нано- и микроформы рельефа, только в очень прозрачных водах могут быть зафиксированы более крупные неровности. Мы рассматриваем три основные характеристики рельефа — формы поверхности, уклон дна, следы жизнедеятельности организмов (вистигивитные признаки).

Рельеф по форме поверхности подразделяется на сложный (неровные поверхности скалистых берегов и глыбовых развалов, бугристое дно), биоосложненный (неровности поверхности дна сформированы следами жизнедеятельности организмов) и простой (ровное дно).

Следует остановиться более подробно на сложном рельефе, когда дно покрыто рябью или рифелями — симметричными или слабо асимметричными волнообразными неровностями, образованными в результате воздействия волн или течений. Эти формы рельефа могут дать информацию о характере и интенсивности гидродинамических процессов. В работе Г.-Э. Рейнека и И. Б. Сингха (1981) собраны и систематизированы данные



4. Поле устойчивости ряби волнения. Рябь волнения исчезает при скоростях течения, превышающих 90 см/с, и при скоростях ниже 10 см/с [по: Рейнек, Сингх (1981)]

5. Диаграмма, показывающая схематический вид асимметричной ряби волнения и ряби течения в плане

А — асимметричная рябь волнения. Хорошо развитое раздвоение гребней, гребни достаточно правильные.

Б — гребни ряби течения. Раздвоение отсутствует, гребни обрываются и сменяются другими [по: Рейнек, Сингх (1981)]

Таблица 2. Генетическая классификация ряби

[по: Рейнек, Сингх (1981)]

| Рябь | Характер гребня | Размеры | | Симметрия | Размерность зерен | Скорость течения, см/с | |
|----------------------------------|---|----------------|------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|------|
| | | Длина L, м | | | | | |
| Рябь течения (поперечная) | | | | | | | |
| Мелкая | Прямолинейный | L = 0,04 - 0,6 | H = до 0,06 | Асимметричная | Менее 0,6 мм | 9—90 | |
| | Волнистый | | | | | •90 | |
| | Лингоидный Ромбoidный | | | | | | |
| Крупная | Прямолинейный | L = 0,6 - 30 | H = 0,6—1,5 | То же | Более 0,6 мм | 30—90 | |
| | Волнистый | | | | | | |
| | Луноподобный | | | | | | > 90 |
| | Лингоидный Ромбoidный | | | | | | |
| Гигантская ** | Прямолинейный | L = 30 — 1000 | | Асимметричная и симметричная | | > 90 | |
| | Волнистый | | | | | | |
| | Раздваивающийся | | | | | | |
| Рябь волнения | | | | | | | |
| Симметричная | Прямолинейные, частично раздваивающиеся | L = 0,09 — 2,0 | H = 0,03 — 0,195 | Симметричная | | 9—90 | |

* Поле активной крупной ряби может быть покрыто мелкой рябью.

** Поле активной гигантской ряби может быть покрыто крупной рябью.

по условиям осадконакопления, в том числе условиям и генезису ряби на морском дне. Зависимость образования ряби от скорости волнового течения и размерности зерен осадка представлена на рис. 4, 5, где показано, как отличаются друг от друга рябь течения и волнения. Раздваивающиеся гребни ряби волнения никогда не наблюдаются при образовании ряби течения.

В табл. 2 приведена генетическая классификация ряби с граничными данными по размерности осадка и скоростям течений.

Пользуясь этой таблицей, можно по характеру форм рельефа грубо определить гранулометрический класс осадка, образующего рифели и пределы скоростей течения, при которых они образовались. Более подробно с этим оригинальным материалом лучше познакомиться в книге «Обстановки терригенного осадконакопления» (Рейнек, Сингх, 1981). Мы лишь отметим, что благодаря работе этих ученых по фотографиям, с телевизионного экрана или при водолазном обследовании можно сделать хотя бы приблизительные выводы об условиях и характере осадконакоплений, что обычно требует специальных и долговременных инструментальных исследований.

Уклон поверхности дна как одна из характеристик рельефа в камеральный период предварительно определяется по подробной батиметрической карте, тем более что промерные работы всегда предшествуют ландшафтной съемке. Однако в силу того, что батиметрические карты редко строятся в изолиниях, а сечение изолиний скрадывает неровности мезорельефа, очень часто реальная подводная картина резко отличается от изображенной на карте осредненной схемы, и у исследователя под водой возникает необходимость оценить уклоны поверхности дна. В практической деятельности желательно применять инструментальные измерения для получения этой характеристики. Так как без угломерного инструмента угол наклона дна определить сложно, нами введена приблизительная шкала уклонов.

Отвесный уклон превышает 60° , крутой уклон дна — в пределах 20° — 60° , слабонаклонный — 5 — 20° , незаметный уклон — менее 5° .

Вистигивитные признаки

По А. М. Мурахвери (1980), вистигивитные признаки характеризуют следы жизнедеятельности организмов на дне. Они не только придают своеобразный облик подводной местности, но и находятся в тесной связи с характером грунта, характером деятельности организмов и гидродинамикой придонного слоя воды.

Животные, обитающие в толще осадка, строят там свои убежища или, пропуская частицы грунта через кишечник, могут перемещать осадок и производить биосортировку грунта. Под биосортировкой грунта мы понимаем такую деятельность организма, которая приводит к разделению частиц грунта по их размерам, удельному весу, химическому составу, цвету и другим свойствам и в результате которой сложная механическая смесь минеральных частиц разделяется в пространстве на составные части.

В таких случаях минеральные биогенные выбросы, постройки и экскре-ты визуально отличаются от окружающих донных отложений.

Следы жизнедеятельности организмов внешне выглядят как положи-тельные и отрицательные формы микрорельефа.

Положительные вистигивитные признаки включают в себя конические возвышения (с кратерами и инкрустированными обломками раковин осевыми каналами диаметром 1—3 см), «курганчики» (куполообразные возвышения с осевым каналом 1—5 мм), характерной формы выбросы из кишечника и т. п. Отрицательные вистигивитные признаки представлены следами лежек, биоглифами, отверстиями в грунте.

Характер распределения вистигивитных признаков на дне может быть гнездовым, равномерным или полосовидным.

В палеонтолого-стратиграфической литературе ископаемые следы жизнедеятельности называются ихнофоссилиями (Рейнек, Сингх, 1981). Г. Хертвек (Hertweck, 1970) делит ихнофоссилии по отношению к поло-жению в массе осадка на три группы:

- 1) ихнофоссилии на поверхности осадка;
- 2) ихнофоссилии внутри осадка;
- 3) текстура обитания.

А. Зейлахером (Seilacher, 1953) предложена классификация ихно-фоссилии, содержащая пять групп:

- 1) следы на площадках отдыха;
- 2) следы ползания;
- 3) следы касания;
- 4) текстуры питания;
- 5) текстуры обитания.

Зообентос

Зообентос может рассматриваться как элемент ландшафта в очень ши-роком размахе аспектов. Привычным представляется составление списка форм животных с их латинскими видовыми названиями, при этом огром-ная трудность возникает в установлении ограничения набора групп фауны, подлежащих сбору и разборке с дальнейшим определением. Возникает проблема репрезентативного количественного и качественного опробо-ваний, фиксация и хранение проб, что в конце концов приводит к накоп-лению громоздкого гидробиологического материала, разборка и опреде-ление которого затягиваются на долгие годы, что в условиях динамиче-ского ландшафтного картографирования неприемлемо. Специальные гидробиологические исследования, разумеется, должны сопровождать ландшафтное картографирование, но они должны быть приурочены к опорным профилям. Как альтернатива может применяться выборочное определение характерного макробентоса с выделением массовых форм, формирующих внешнеморфологические особенности ландшафтных груп-пировок. Однако и этот метод мало приемлем в условиях богатейших биоценологических группировок твердых грунтов с большими биомассами обрастателей, когда по латерали происходит постепенное замещение доминант.

Значительно проще проводить сравнение биотической составляющей донного ландшафта на основе характеристики экологических адаптивных типов, свойственных для каждого ландшафта: трофологических типов, жизненных форм и других способов экологического объединения систематически разнообразных организмов. В свое время В. В. Черепанов (1970) предложил различать зообентос по месту обитания и по месту его питания. Так, им выделяются эндо-, экто- и экзобионты, обитающие соответственно внутри осадка или на его поверхности, а также прикрепленные к твердому субстрату. По питанию они также могут быть эндо-, экто- и экзофаги, питающиеся внутри осадка, за счет самого осадка, могут выставлять ловчий аппарат наружу из-под осадка, на его поверхность, но могут питаться и за счет улавливания пищи из окружающих водных масс.

Есть и другие способы экологического объединения животных. Так, Ю. Г. Алеев (1986) разработал учение об экоморфологии, в котором он объединил внешнеморфологические, топические и экоморфологические особенности организмов, создав сложную многоплановую систему экоморф, представляющую собой иерархическую систему экоморфологических адаптации организменного уровня, развитие которых определяет общую конструкцию тела организма. Экоморфы по генезису гетерогенны. В ландшафтно-экологическом плане классификация Ю. Г. Алеева может оказаться весьма многообещающей, но в силу ее сложности и непривычности практическое использование ее номенклатурного решения в настоящее время без специального подготовительного курса затруднительно.

Для коралловых рифов нами разработана система жизненных форм кораллов как элемента рифового ландшафта. Жизненная форма содержит в себе всю сумму экологической и генетико-физиологической информации об организме, о его пластике в связи с обитанием в различных физико-географических (ландшафтных) условиях.

Для выявления ландшафтно-экологических характеристик биотического звена подводного ландшафта требуется разработка наиболее полной и всеобъемлющей классификации жизненных форм зоо- и фитобентоса, а также независимо от этого — системы биокинетических и экологотрофологических адаптации. Изоморфизм в экоморфологическом и трофологическом плане является основанием для выявления гомологических ландшафтно-экологических группировок в различных климатических и географических районах Мирового океана, а также для построения общей системы подводных ландшафтов.

В табл. 1 мы использовали применяемую в качестве первого приближения классификацию зообентоса по В. В. Черепанову, оставляя за собой право дальнейшей разработки общей системы жизненных форм и системы эколого-трофологических адаптации. Не исключено, что для составления общей рабочей схемы признаков биотического звена мы в дальнейшем используем элементы экоморфологической системы Ю. Г. Алеева.

Фитобентос

В донных ландшафтах Южного Приморья фитобентос представлен водорослями и морскими травами, которые, образуя большие поселения, придают своеобразный облик подводной местности. Пространственная организация поселений фитобентоса подразделяется на заросли, маты, корки и т. д. Водоросли и травы могут образовывать сплошные заросли, массивы которых разделены прогалинами.

Водорослевые маты представляют собой переплетение живых водорослей, образующих слой толщиной до полуметра и более. Маты могут быть образованы как свободноживущими водорослями, например анфельцией, так и слабоприкрепляющимися, которые волнением и течением сбиваются в рыхлый слой, покрывающий иногда сотни квадратных метров дна. В этом отношении наиболее характерны ульва и анфельция. стров дна. В этом отношении наиболее характерны ульва и анфельция.

Известковые водоросли образуют на твердом субстрате корки, покрывая пятнами или сплошным слоем камни, раковины или скалы. Типизация фитобентоса приведена в табл. 1. В качестве примеров записаны наиболее массовые виды водорослей и трав.

Донные осадки

Донные осадки обычно представлены в виде сложных минеральных смесей. Поэтому ряд авторов (Weydert. 1973, 1971; Лопатин и др., 1981) предлагают записывать формулу грунта в зависимости от гранулометрического состава осадка. На наш взгляд, наиболее удобна классификация грунтов и способ записи, предложенные в «Методических рекомендациях по изучению донных образований Арктического шельфа» (Лопатин и др., 1981). Она приведена на табл. 3. В соответствии с рекомендациями формула осадка, содержащего 3% гальки, 12% мелкого гравия, 57% мелкого песка и 28% крупного алеврита, будет выглядеть следующим образом: ГЗ Гр^m12 П^m57 А^k28.

БИОКОНСТРУКЦИОННАЯ СИСТЕМА ГРУНТОВ

При проведении картировочных работ было отмечено, что определенным грунтам соответствует определенный набор вистигивитных признаков. Особенно чувствительны к свойствам грунта животные, обитающие в его толще. Об их присутствии мы можем судить по микроформам рельефа, которые образуются при перемещении частиц осадка животными-эндобионтами. В соответствии с тем, что одни осадки могут перемещаться животными, а другие нет, мы подразделили грунты на биоподвижные и бионеподвижные. К этому, безусловно, следует добавить, что осадки могут

Таблица 3. Классификация морских осадков по гранулометрическому составу и окатанности

| Размерные фракции, мм | Индекс | | Размерные фракции (содержание, в %) | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | Окатанные | Неокатанные | доминирующие (более 90) | преобладающие (90—50) | дополняющие (50—25) | сопутствующие (25-10) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Валуны (В) и глыбы (Гб) | | | | | | |
| Свыше 2500 | В ^к | Гб ^к | Чистые крупные валуны (глыбы) | Крупные валуны (глыбы) | Крупновалунный (крупноглыбовый) | Крупновалунистый (крупноглыбистый) |
| 2500—1000 | В ^м | Гб ^м | Чистые мелкие валуны (глыбы) | Мелкие валуны (глыбы) | Мелковалунный | Мелковалунистый (мелкоглыбистый) |
| Булыжники (>) и камни (К) | | | | | | |
| 1000—500 | Б ^к | К ^к | Чистые крупные булыжники (камни) | Крупные булыжники (камни) | Крупнобулыжный (крупнокаменный) | Крупнобулыжнистый (крупнокаменистый) |
| 500—250 | Б ^с | К ¹ | Чистые средние булыжники (камни) | Средние булыжники (КАМНИ) | Среднебулыжный (среднекаменный) | Среднебулыжнистый (среднекаменистый) |
| 250—100 | Б ^м | К ^м | Чистые мелкие булыжники (камни) | Мелкие булыжники (камни) | Мелкобулыжный (мелкокаменный) | Мелкобулыжнистый (мелкокаменистый) |
| Галька (Гк) и щебень (Щ) | | | | | | |
| 100—50 | Гк ^к | Щ ^к | Чистая крупная галька (щебень) | Крупная галька (щебень) | Крупногалечный (крупнощебенный) | Крупногалечнистый (крупнощебенистый) |
| 50—25 | Гк ^с | Щ ^с | Чистая средняя галька (щебень) | Средняя галька (щебень) | Среднегалечный (среднещебенный) | Среднегалечнистый (среднещебенистый) |
| 25—10 | Гк ^м | Щ ^м | Чистая мелкая галька (щебень) | Мелкая галька (щебень) | Мелкогалечный (мелкощебенный) | Мелкогалечнистый (мелкощебенистый) |

Таблица 3 (окончание)

| Размерные фракции, мм | Индекс | | Размерные фракции (содержание, в %) | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | Окатанные | Неокатанные | доминирующие (более 90) | Преобладающие (90—50) | дополняющие (50—25) | сопутствующие (25—10) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Гравий (Гр) и дресва (Д)

| | | | | | | |
|-------|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|
| 10—5 | Гр ^к | Д ^к | Чистый крупный гравий (дресва) | Крупный гравий (дресва) | Крупногравийный (крупнодресвяный) | Крупногравелистый (крупнодресвянистый) |
| 5—2,5 | Гр ^с | Д ^с | Чистый средний гравий (дресва) | Средний гравий (дресва) | Среднегравийный (среднедресвяный) | Среднегравелистый (среднедресвянистый) |
| 2,5-1 | Гр ^м | Д ^м | Чистый мелкий гравий (дресва) | Мелкий гравий (дресва) | Мелкогравийный (мелкодресвяный) | Мелкогравелистый (мелкодресвянистый) |

Песок (П)

| | | | | | | |
|----------|----------------|--|----------------|---------|----------------|-------------------|
| 1—0,5 | П ^к | | Чистый крупный | Крупный | Крупнопесчаный | Крупнопесчанистый |
| 0,5—0,25 | П ^с | | Чистый средний | Средний | Среднепесчаный | Среднепесчанистый |
| 0,25—0,1 | П ^м | | Чистый мелкий | Мелкий | Мелкопесчаный | Мелкопесчанистый |

Алеврит (А)

| | | | | | | |
|-----------|----------------|--|----------------|---------|-------------------|--------------------|
| 0,1—0,05 | А ^к | | Чистый крупный | Крупный | Крупноалевритовый | Крупноалевритистый |
| 0,05—0,01 | А ^м | | Чистый мелкий | Мелкий | Мелкоалевритовый | Мелкоалевритистый |

Пелит (Пл)

| | | | | | | |
|-------------|-----------------|--|----------------|---------|-----------------|------------------|
| 0,01—0,005 | Пл ^к | | Чистый крупный | Крупный | Крупнопелитовый | Крупнопелитистый |
| 0,005—0,001 | Пл ^с | | Чистый средний | Средний | Среднепелитовый | Среднепелитистый |
| Менее 0,001 | Пл ^м | | Чистый мелкий | Мелкий | Мелкопелитовый | Мелкопелитистый |

Примечание. «индексах» к — крупный, с — средний, м -

перемещаться также и под воздействием силы тяжести (такие грунты мы называем гравитоподвижными), и под воздействием движения воды (такие грунты называются гидрподвижными).

Под биоподвижными грунтами мы понимаем донные отложения, размерность обломков которых позволяет организмам перемещать их частицы, что выражается в образовании «кратеров», «курганчиков», отверстий в грунте, следов ползания и других положительных и отрицательных вистигивитных признаков.

Под бионеподвижными грунтами понимаем донные отложения, свойства которых не позволяют организмам их перемещать. Это характерно для случаев, когда осадок консолидирован и представлен монолитной породой либо когда размеры и вес частиц, слагающих грунт, таковы, что животные не могут их передвигать. На бионеподвижных грунтах чаще всего не остается никаких вистигивитных признаков, кроме экскретов или остатков водорослей и трав.

«Кратеры» наиболее часто встречаются там, где в грунте много армирующего материала (обломки раковин, дресва, песок) и мало илстых частиц. «Курганчиков» же больше там, где илстые частицы преобладают в грунте. На илах животные не образуют положительных форм микро рельефа из-за механических свойств грунта. В рыхлых осадках, где нет илстых частиц, отверстия или холмики на поверхности дна, построенные животными-эндобионтами, почти не встречаются, хотя в толще грунта обитают ежи, моллюски и другие представители зарывающегося бентоса. Об их существовании мы догадываемся лишь по бороздам на поверхности дна, образованным в результате перемещения этих животных в подповерхностном слое грунта. Отсутствие в этом случае каналов, связанных с поверхностью дна, свидетельствует о том, что вода, проникающая через толщу грунта, обеспечивает нормальную жизнедеятельность обитающих в осадке организмов.

Для существования животных-эндобионтов очень важна водопроницаемость грунта. Когда пространства между песчинками и другими более крупными частицами забиты практически водонепроницаемым илом или весь осадок сложен илстым материалом, организмы, живущие в толще грунта, строят каналы, соединяющиеся с поверхностью и обеспечивающие необходимый для жизнедеятельности водообмен. Когда илстых частиц в осадке нет, то грунт водопроницаем и необходимость в таких каналах отпадает.

Таким образом, донные грунты можно представить в виде соотношения мягкого, пластичного, водонепроницаемого ила и твердых частиц, входящих в состав грунта (Криштофович, 1955).

В гидростроительстве, в грунтоведческой литературе используется термин «кольматаж», т. е. покрытие, заполнение, закупоривание пор в насыпных сооружениях водонепроницаемым материалом. Применяя этот термин, можно сказать, что пространства между элементами скелета грунта закупориваются илом, образуя кольматированные грунты с водонепроницаемыми свойствами.

В основу классификации (см. табл. 1) положены пространственная организация скелетных элементов грунта и их соотношения с кольматирующим материалом, а также возможность перемещения животными скелета грунта.

Нами выделены грунты с бионеподвижным и биоподвижным скелетом и грунты без скелета. Грунты с бионеподвижным скелетом характеризуются тем, что животные, обитающие в его толще или на его поверхности, не способны перемещать элементы скелета. Если животные перемещают элементы скелета грунта, то такие грунты имеют биоподвижный скелет. Бесскелетные грунты по существу биоподвижны, но они не имеют в своем составе скелетных элементов в виде минеральных обломков или обломков раковин моллюсков и подвержены интенсивной биотурбации — перемешиванию живыми организмами.

Грунты могут быть в трех состояниях, которые названы нами грунтовыми фазами. Первая фаза — скелетная, когда грунт состоит только из скелетных элементов. Вторая фаза — бесскелетная — характеризуется отсутствием скелетных элементов. Третья фаза — смешанная, когда интргранулярные пространства скелета закупорены илами или когда элементы скелета погружены в кольматирующую массу.

Грунты с бионеподвижным скелетом могут находиться в двух фазах: скелетной и смешанной. В первом случае скелет не перемещается животными, а во втором биотурбации подвержена только кольматирующая масса, которая находится в промежутках между бионеподвижными элементами скелета грунта и на которой можно заметить отверстия и следы ползания.

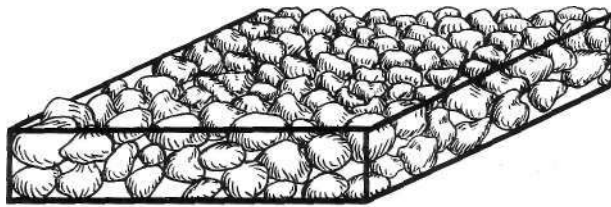
Грунты с биоподвижным скелетом могут также находиться в двух фазах: скелетной и смешанной. Здесь размерность скелетного материала такова, что животные перемещают его элементы, а в смешанной фазе они могут также и пересортировать грунт. В этом случае эндобионты, строя каналы в кольматированных грунтах, выбрасывают на поверхность дна осадочный материал, из которого образуются положительные формы микрорельефа, отличающиеся по своим качествам от окружающих осадков меньшим содержанием илстых частиц или их полным отсутствием.

Бесскелетная фаза грунта опознается по развитию отрицательных вистигивитных признаков, таких, как перфорация поверхности дна, биоглифы, следы лежек, воронки. Основанием для дальнейшей классификации грунтов послужила пространственная организация скелета грунта.

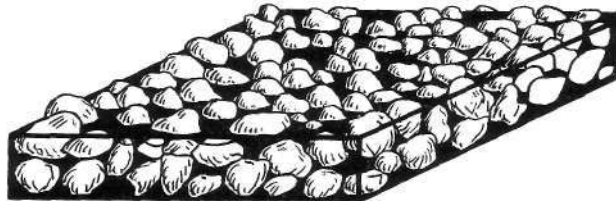
Скелетная фаза грунтов, не подверженная биотурбации, подразделяется на монолитный скелет, блочный и ячеистый. Грунты с монолитным скелетом состоят из сплошного неподвижного консолидированного материала, представленного скальными породами, на поверхности которых развиваются эпифитная флора и фауна.

Грунты с блочным скелетом представлены хаотически нагроможденными блоками, крупными кусками монолитного скелета. Этот грунт гравиподвижный, т. е. его перемещения происходят под воздействием силы тяжести. Обычно эта группа представлена глыбовыми развалами и валунными навалами. Биота развивается в промежутках между обломками породы и на их гранях.

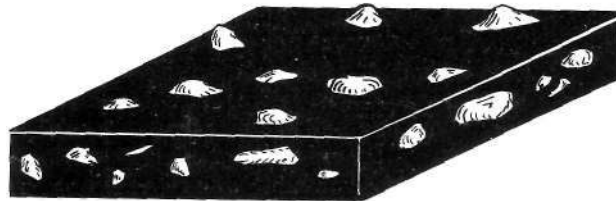
Под грунтами с ячеистым скелетом мы понимаем такую организацию скелета грунта, когда скелетные элементы, соприкасаясь друг с другом, образуют ячеистую структуру (рис. 6, а). Эти бионеподвижные грунты обычно находятся в зоне активного волнового воздействия или сильных течений. Они гидродвижны, поэтому флора и фауна активно разви-



a



б



в

6. Соотношение скелетного и колюматирующего материала в грунте

a — неколюматированный ячеистый скелет; *б* — колюматированный ячеистый скелет; *в* — разобщенный колюматированный скелет

ваются лишь в период волнового затишья. Грунты этой группы представлены мелкими валунами и глыбами, щебнистыми, галечными или ракушечными отложениями.

Смешанная фаза грунтов с бионеподвижным скелетом разделена нами на две группы: грунты с ячеистым и грунты с разобщенным скелетом. Колюматированные грунты с бионеподвижным ячеистым скелетом (рис. 6, *б*) представлены теми же отложениями, что и в предыдущей группе (мелкие глыбы, валуны, щебень, галька, дресва, ракуша), но пространства между скелетными элементами заполнены колюматирующей массой. Не только животные, но и движения воды не перемещают элементов скелета, что, собственно, и позволило илистым частицам заполнить интергранулярные пространства в осадке.

Эндофауна развивается в колюматирующей массе, а на неподвижных крупных элементах каркаса селятся прикрепленные эктобионты.

Под грунтами с разобщенным скелетом мы понимаем такую пространственную организацию скелета грунта, когда скелетные элементы погружены в колюматирующую массу, не соприкасаются друг с другом и не

образуют ячеистой структуры (рис. 6, в). В нашем случае скелетные элементы бионеподвижные и представлены обломочным материалом той же размерности (мелкие глыбы или валуны, щебень, галька, дресва, ракуша), но упаковка скелета здесь иная. В этих группах развита эндофауна, о присутствии которой можно судить по отрицательным вистигивитным признакам (биоглифам, отверстиям в грунте). Прикрепленные эктобионты живут на крупных отдельных скелетных элементах.

Скелетная фаза биоподвижного грунта представлена ячеистым скелетом. В природе это обычно разноразмерные пески с включением обломков раковин. Эти грунты гидродвижны и водопроницаемы, поэтому животные, обитающие в них, обычно не строят каналов и отверстий, связанных с поверхностью. О существовании эндофауны можно судить по бороздам, образованным перемещениями животных, которые раздвигают частицы скелетного материала. Размерность этих частиц мала для прикрепленного эпибионта, поэтому на этих грунтах обитают подвижные эктобионты.

Кольматированные грунты с биоподвижным скелетом разделены на три группы: грунт с ячеистым, разобренным и мелкозернистым скелетом.

В кольматированных грунтах с ячеистым скелетом интергранулярные пространства между контактирующими песчинками и фрагментами раковин закупорены илом, что придало грунту водонепроницаемые свойства. Поэтому жизнедеятельность в этих грунтах обеспечивается строительством каналов и полостей, связанных с поверхностью дна. При этом выброшенный на поверхность материал образует положительные формы микро-рельефа в виде «кратеров» и «курганчиков», вещественный состав которых отличается от окружающего осадка отсутствием кольматирующего материала. Это объясняется тем, что при выбрасывании песчаный материал, из которого в основном состоит скелет грунта, осаждается быстрее, чем илистые частицы, для которых необходимо значительное время для осаждения даже в абсолютно спокойной воде. Поэтому они относятся в сторону придонными течениями (Weydert, 1973). В природе эта группа грунтов представлена заиленными песками с включением фрагментов раковин и целых створок, на которых могут поселиться прикрепляющиеся животные.

Биоподвижные кольматированные грунты с разобренным скелетом имеют размерность скелетных элементов такую же, как и в предыдущих двух грунтах. Однако в этом грунте большое содержание илистых частиц и элементы не соприкасаются и не образуют ячеистой структуры. Поскольку здесь меньше скелетного материала, то реже встречаются «кратеры». В природе этот грунт сложен песчаным илом с включением фрагментов раковин и единичных целых створок, на которых обычно развивается пышное сообщество экзобионтов, образуя так называемые клумбы, а поверхность дна испещрена биоглифами и отверстиями.

Биоподвижные кольматированные грунты с мелкозернистым скелетом, состоящим из крупного и среднего алеврита, подвержены биотурбации с биосортировкой. Причем размеры скелетных элементов позволяют им совместно с илистым кольматирующим материалом проходить через пищевой тракт «грунтоедов». Эти группы плотно упакованы, и в них практически отсутствуют крупноразмерные скелетные элементы и фрагменты

раковин. На дне множество «курганчиков» — положительных вистигивитных признаков с сортированным скелетным материалом. «Кратеров» с армированными обломками раковин с осевым каналом нет, так как в грунте отсутствует этот материал. Прикрепленных экзобионтов также нет, так как им не к чему крепиться, поэтому здесь встречается лишь подвижный бентос. Грунт испещрен биоглифами и отверстиями. В природе он представлен песчанистыми илами.

Бесскелетные грунты, сложенные алевропелитовыми илами, в нашей системе не дифференцируются.

Предложенная таблица (см. табл. 1) позволяет в сжатом виде охарактеризовать донные грунты определенным набором терминов с последующим нанесением этих признаков на карту. Система визуальных картировочных признаков идентифицирует фациальные признаки подводного ландшафта. Следующая задача — генерализация полученных данных.

ТИПОЛОГИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИМОРЬЯ

Система визуальных картировочных признаков позволяет легко идентифицировать фациальные признаки подводного ландшафта.

В Лаборатории морских ландшафтов была произведена типизация подводных ситуаций мелководий юга Приморья в основном по материалам, полученным в заливе Петра Великого. Базовым, эталонным полигоном, где были выделены основные типы подводных ландшафтов, послужила типичная для Приморья бухта риасового типа, достаточно удаленная от промышленных предприятий и не испытывающая мощного антропогенного влияния.

Донные ландшафты в бухтах и заливах располагаются, как правило, концентрически полосами и дугами, очерчивая основные геоморфологические элементы. Одни из них приурочены к скалистым берегам, другие — к мелководным, защищенным от воздействия ветрового волнения бухточками. На крутых склонах, характеризующихся высокими градиентами всех физических параметров, прослеживается последовательная зональная смена ландшафтов (рис. 7). Ложе бухт и заливов занимают однородные, обширные по площади ландшафты. С них мы и начинаем описание типов подводных ландшафтов, встречающихся в прибрежной зоне Южного Приморья.

Для удобства в описании подводной местности каждому ландшафту дано название. Так как традиционных названий морских ландшафтов не существует в отличие от сухопутных (таких, как «пустыня», «тайга», «степь» и т. д.), а привлекать «сухопутную» терминологию бессмыс-

ленно, нами сделана попытка латинизировать специально выбранные описательные названия. Эти названия не вызывают аналогий с названиями ландшафтов суши и несут в себе описательную смысловую нагрузку, отражая наиболее яркие черты выделенной подводной местности. При выборе названия для ландшафтов из всех возможных принципов разработки номенклатур нами применен принцип свертки информации от подробного описания к сжатому набору терминов. И по одному из них или по комплексу терминов подбирается латинский (латинские названия легко и однозначно переводятся или трансформируются на другие языки) или греческий аналог. К ним предъявляются следующие требования: название должно быть благозвучным, не двусмысленным, точно соответствовать существу явления, образа или качества и быть именем существительным или субстантивированным прилагательным. В конце каждого описания ландшафта дан диагноз — сжатая информация о ландшафте, включая термины из разработанной таблицы визуальных признаков ландшафтов.

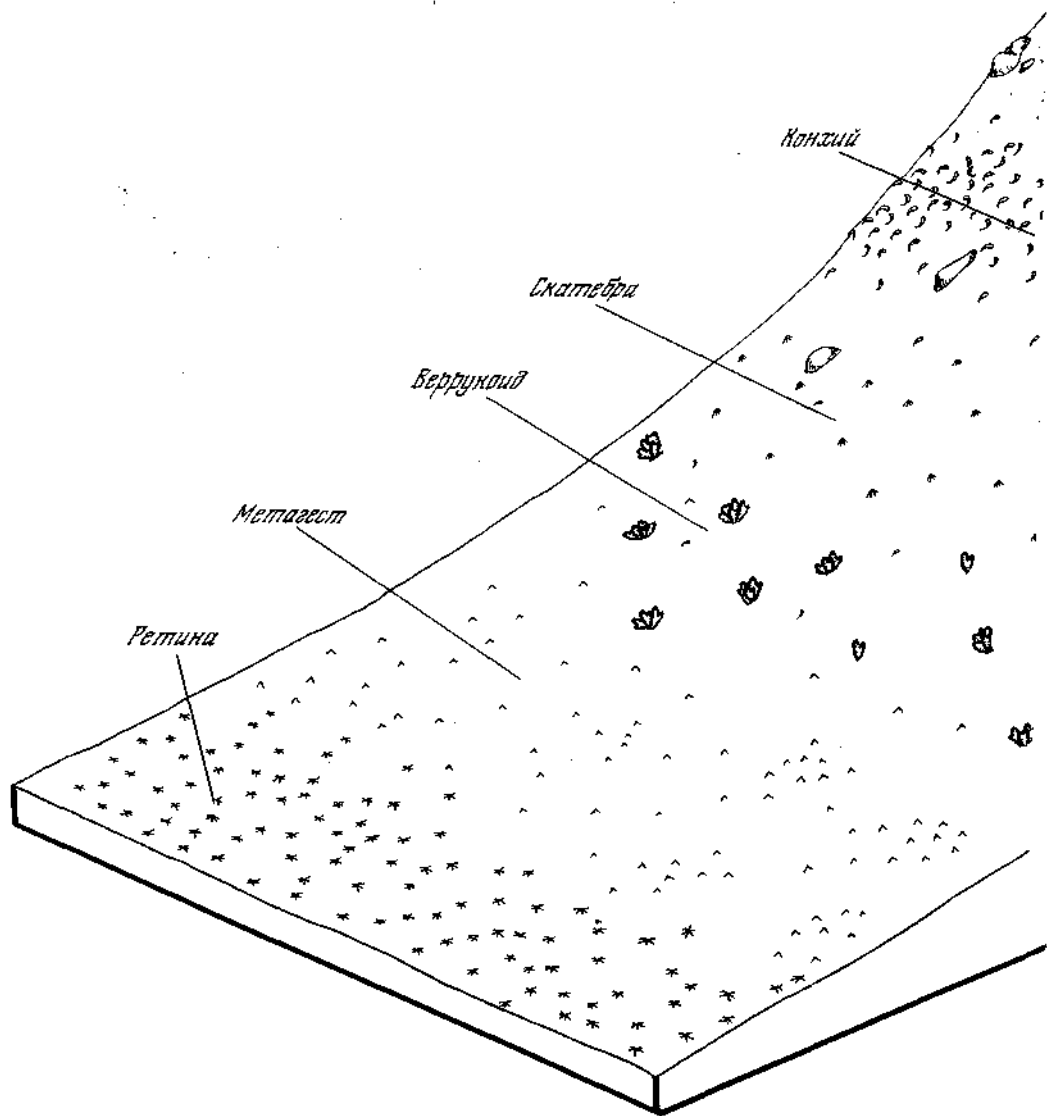
Ретина

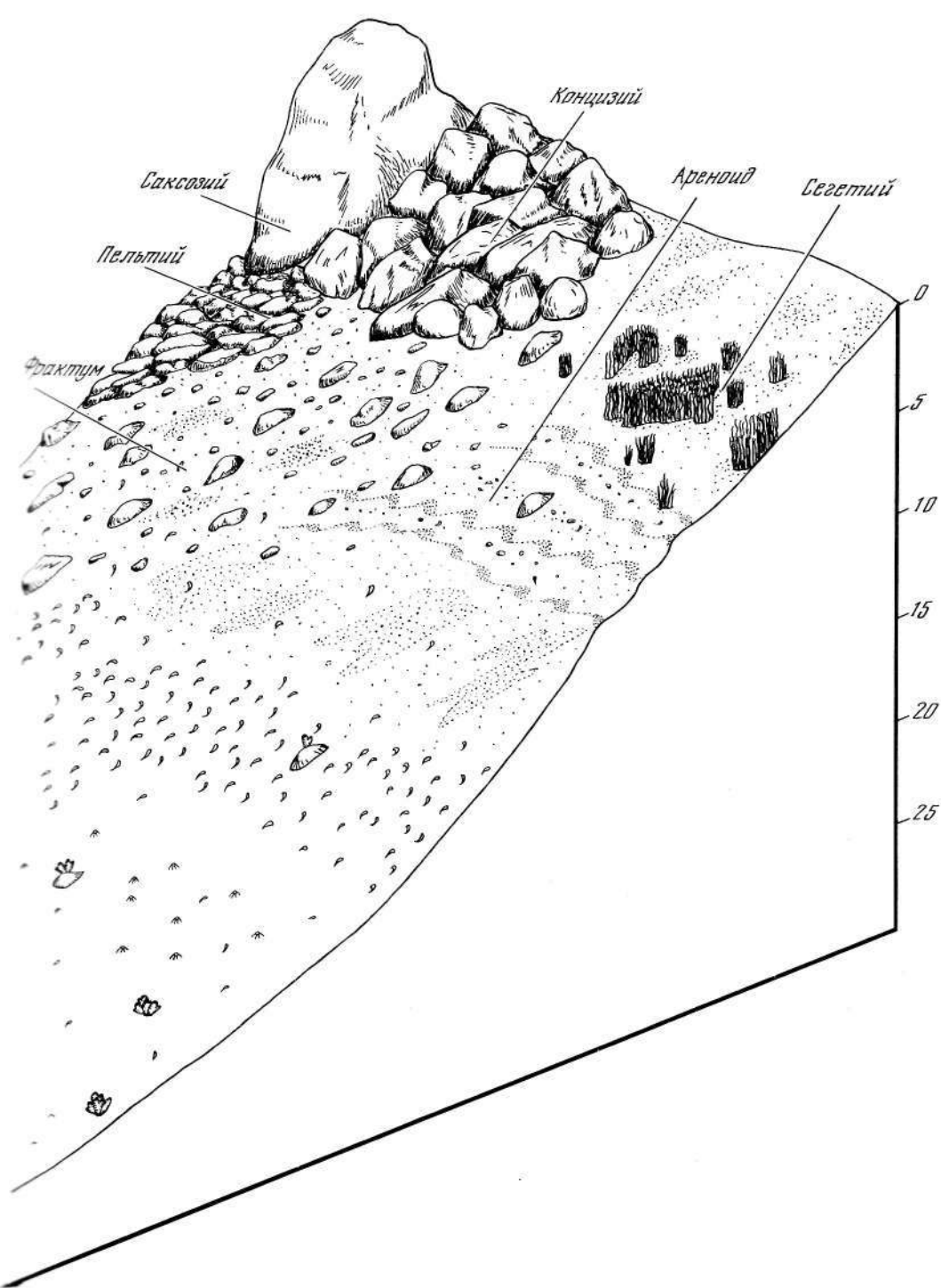
Ретина (*от лат. retina—сеть, невод*). Название дано по сетчатому рисунку, который в зимние месяцы образуют офиуры, соприкасающиеся друг с другом концами лучей или располагающиеся в несколько слоев (рис. 8—11). В летние месяцы в этом ландшафте офиуры могут исчезать или их количество значительно сокращается (рис. 12, 13). Вероятно, при повышении температуры воды они мигрируют в более глубокие части залива.

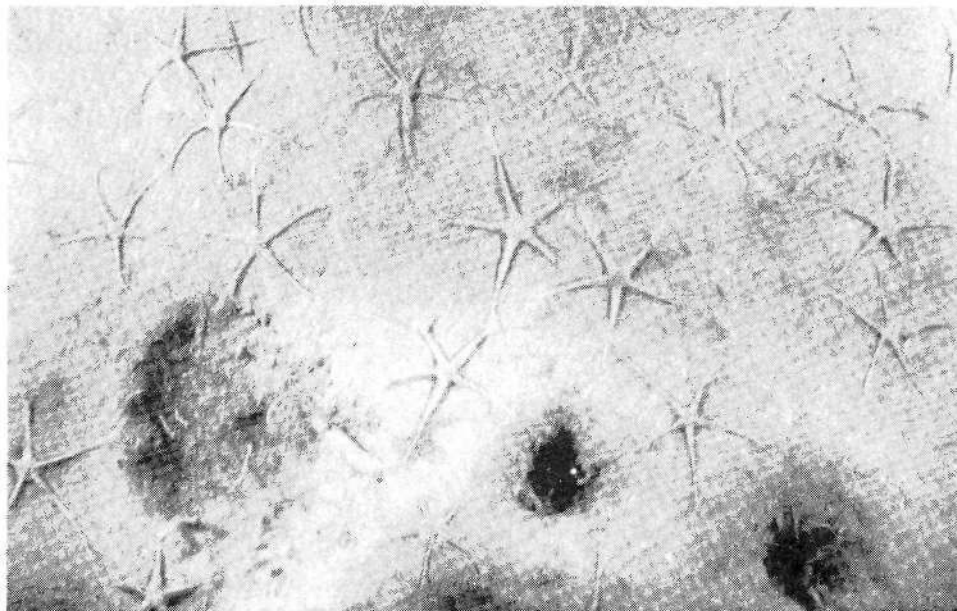
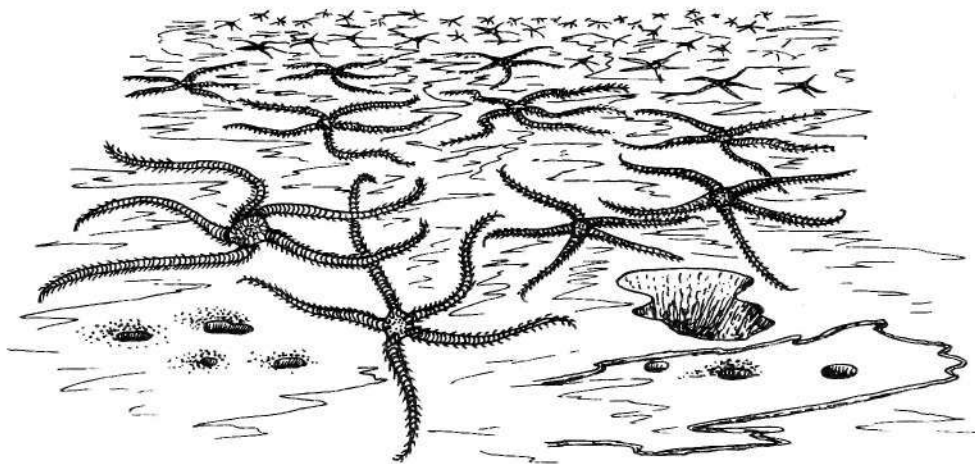
Ретина прослеживается на глубине более 20—30 м. Уклоны дна незаметны и составляют менее 0,02. Рельеф дна плоский, простой, местами с редкими пологими всхолмлениями, амплитудой в несколько сантиметров. Дно сложено пластичным и мажущим руки алевропелитовым илом желеновато-серого, серого или темно-серого цвета. В зимнее время и весной в замерзающих бухтах гидродинамические процессы не столь интенсивны, как летом, поэтому в это время дно может быть покрыто слоем обводненного, легко подвижного серого ила («наилок»).

В грунте множество мелких отверстий диаметром до 5 мм, группирующихся в полосы или распределенных равномерно. Более крупные отверстия в грунте диаметром до 2 см группируются гнездами (см. рис. 9, 12). Иногда встречаются неровные отверстия в грунте диаметром около 5—10 см. Мы предполагаем, что это обвалившиеся внутрь «домики» эндобионтов. Пока животное живо, отверстие составляет около 2 см в диаметре, а после его смерти стенки канала, уходящего в грунт на десятки сантиметров, начинают осыпаться и образуются отверстия, как показано на рис. 14 и 15. Дно часто покрыто линиями неглубоких борозд, образующих сетчатый рисунок. В случае небольшой удаленности от берега в этом ландшафте встречаются обрывки морских трав и водорослей, принесенных сюда течениями. Следы жизнедеятельности животных из-за физических свойств грунта представлены только отрицательными формами. Из животных, кроме офиур, встречаются разрозненные патирии (см. рис. 15), амурские звезды (рис. 16, см. также рис. 12) и японские колючие

7. Блок-диаграмма участка мелководья Японского моря, демонстрирующая взаимное пространственное распределение ландшафтов, описанных в настоящем Атласе (схематизировано)

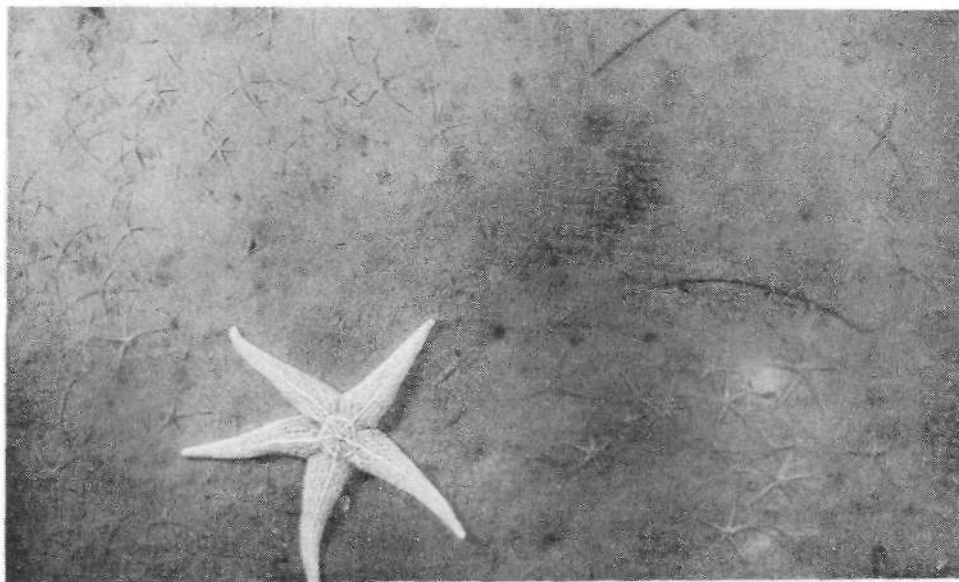
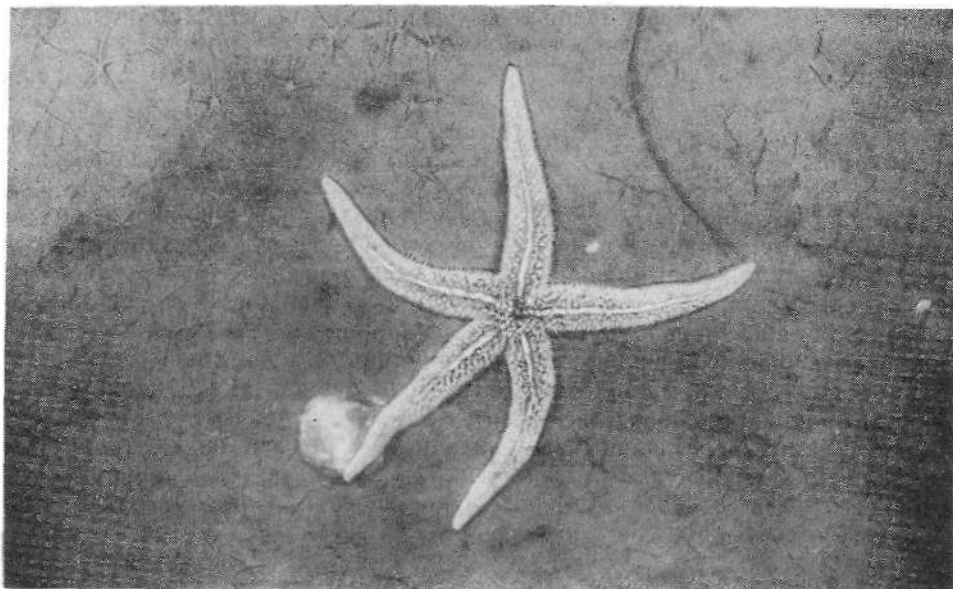




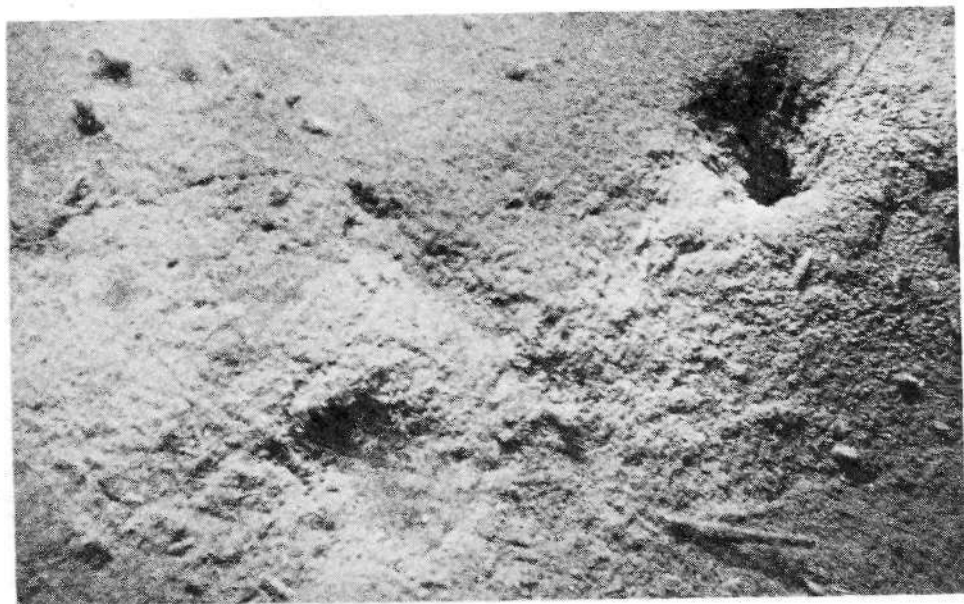
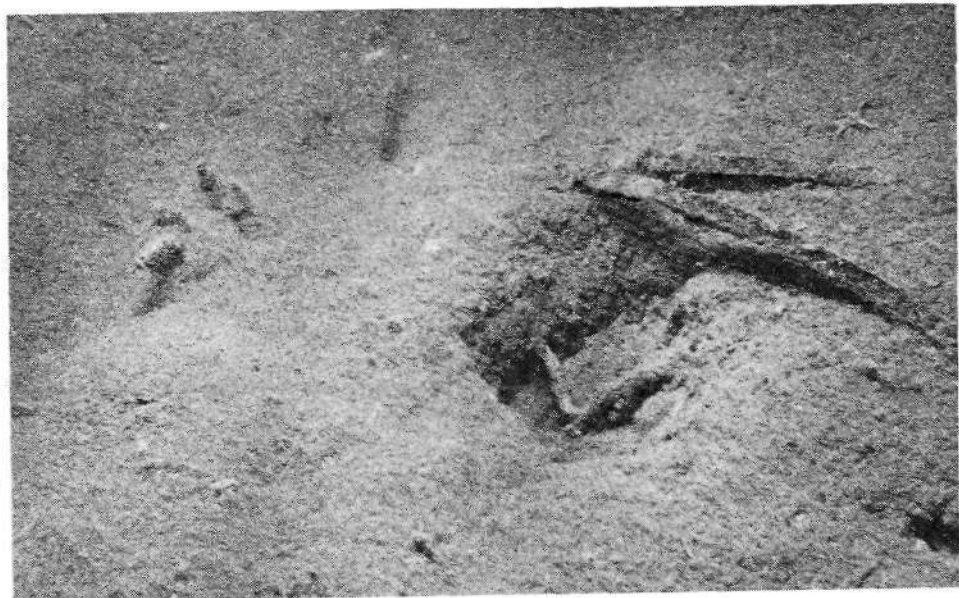


8. Ретина

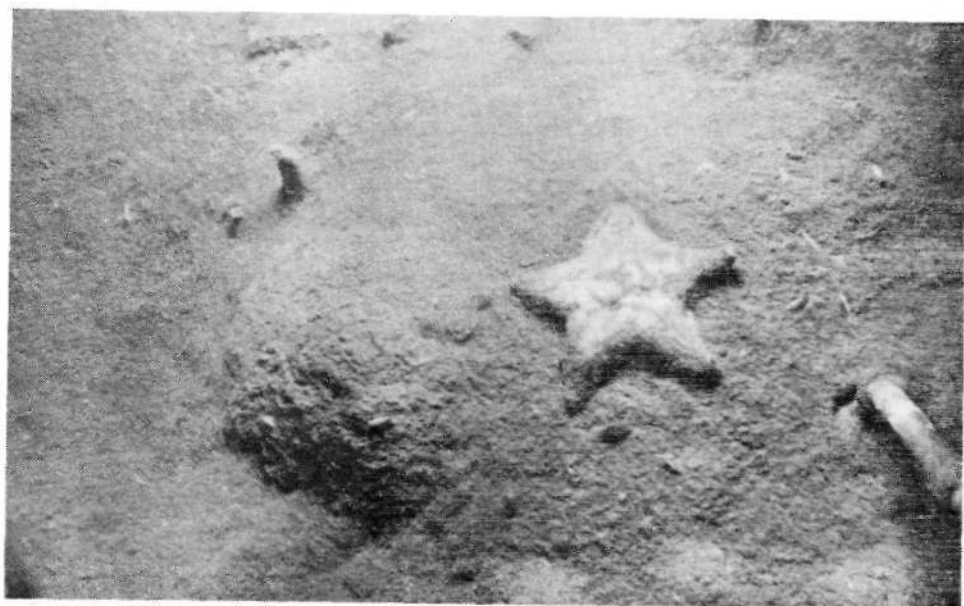
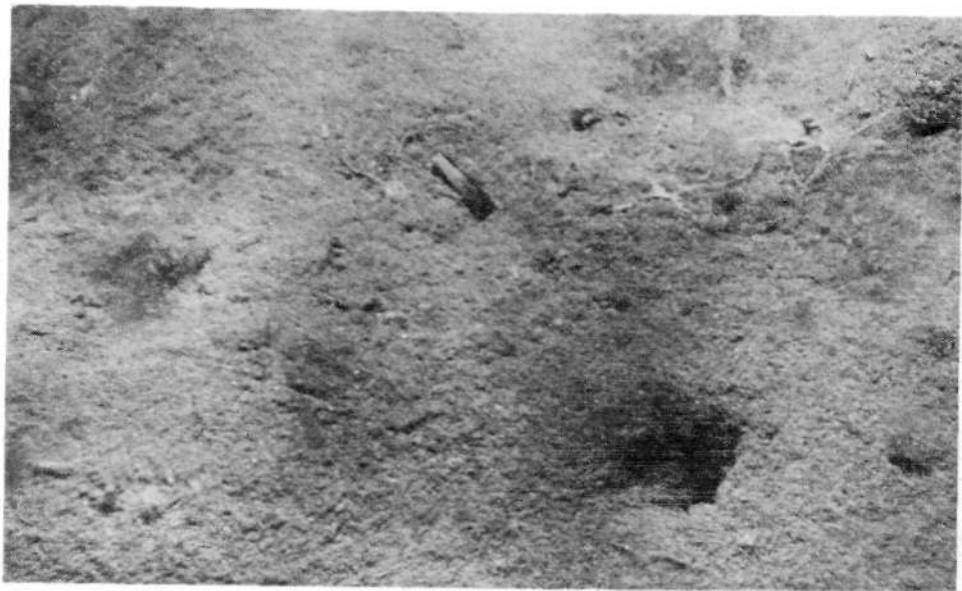
9. На грунте, покрытом слоем наилка, сетка оphiур *Ophiura sarsii*, группами и одиночно расположены отверстия с воронковидным входом



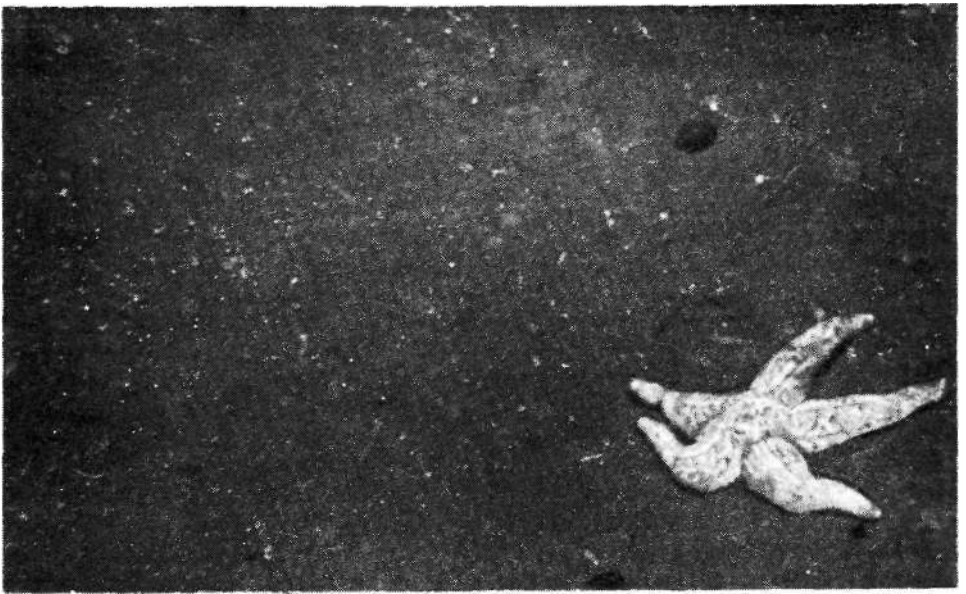
10. На грунте заметна сетка офиур *Orphiura sarsii*, фрагменты листовых пластинок травы зостеры *Zostera* sp. В центре — колкая звезда *Distolasterias pipon*
11. Звезда *Asterias amurensis* на участке дна, покрытом сеткой офиур *Orphiura sarsii*. Видны отверстия в грунте и единичные обломки раковин



12. В илистом грунте, покрытом слоем рыхлого наилка, расположены отверстия, вероятно принадлежащие эхиуридам
13. Отверстия в грунте, вероятно, убежища эхиурид



14. Илистое с рыхлым наилком дно, покрытое фрагментами листовых пластин zostеры, отдельными офиурами. В центре снимка расположено отверстие в грунте с обвалившимися краями
15. Кожистые трубки полихет, холмик с отверстием на вершине, звезда *Patiria pectinifera*



16. Отверстия в илистом грунте. В нижней части снимка — звезда *Asterias amurensis*. Белыми точками засвечены взвешенные в воде частицы

звезды (см. рис. 10). В сентябре-октябре здесь можно встретить молодь этих звезд.

Диагноз: рельеф простой, уклон незаметный, грунт бесскелетный. Зообентос: эктобионты эпи- и экзофаги, эндобионты экзофаги. Вистигивитные признаки: отверстия в грунте, биоглифы. Фитобентос: несущественный.

Домифорные ландшафты

Группа домифорных ландшафтов (от лат. *domus* — купол). Название дано по характерной отличительной черте этих ландшафтов: многочисленным бугоркам, холмикам, кратерам, отверстиям в грунте и т. д.— результатом жизнедеятельности организмов, обитающих в грунте и на его поверхности. Рельеф в этих ландшафтах биоосложненный постройками животных в виде убежищ или экскретов. Домифорные ландшафты занимают обширнейшие площади слабонаклонного дна в прибрежной зоне юга Приморья.

Группу домифорных ландшафтов составляют три фации, разделение на которые, скорее, условно, потому что при практической съемке эти фации одна от другой без подробного анализа данных отличаются не всегда. Причина такого положения кроется в том, что эти ландшафты расположены в диапазоне глубин 15—40 м с однообразным рельефом, в зоне постепенного изменения физических характеристик. Переход одной фации в другую происходит постепенно, со множеством «оттенков», на рас-

стоянии от десятков до многих сотен метров. Когда невозможно с полной уверенностью отнести подводный ландшафт к той или иной фации домиформной группы, то мы ограничиваемся констатацией групповой принадлежности.

В этом месте хотелось бы назвать группу домиформных ландшафтов «семейством» или «родом», однако мы этого не делаем, так как не разработан таксономический ряд ландшафтов данного региона. Можно было бы дать единое описание домиформных ландшафтов, но мы предпочли разделить его на отдельные фации. При практической деятельности обычно указывается только принадлежность к домиформным ландшафтам.

В этой же работе отдельное описание позволит максимально подробно отразить разнообразие и сложность реальных ситуаций под водой.

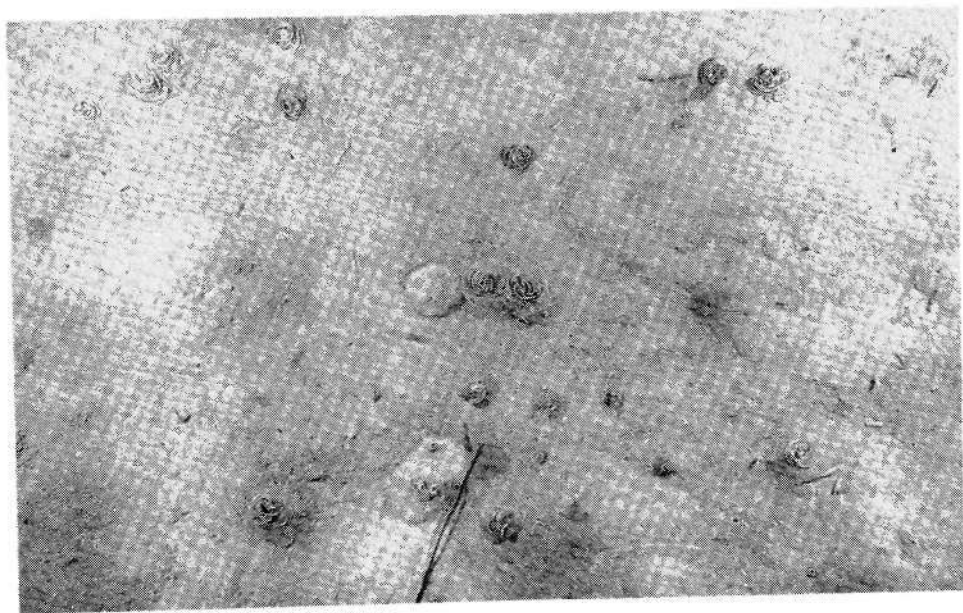
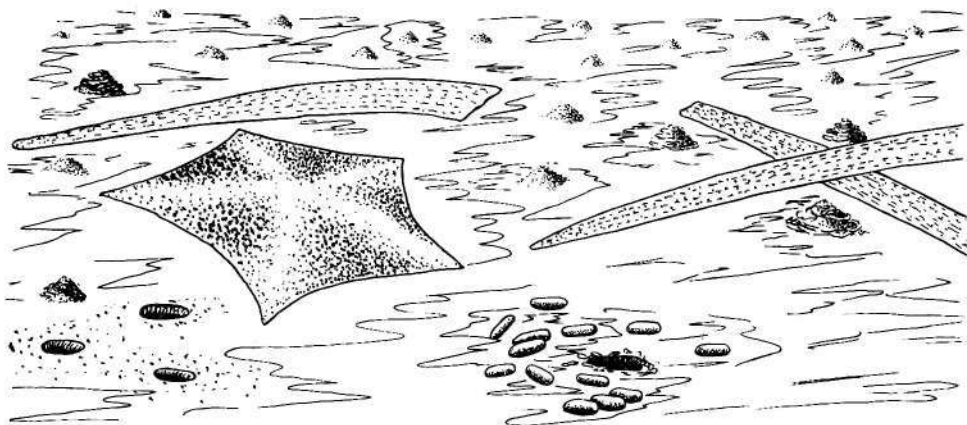
Метагест

Метагест (*от лат. meta—конус и gesta — носить*). Название дано по обилию на дне небольших бугорков высотой от 2 до 10 см с тонким, иногда замывающимся осевым каналом диаметром 1—5 мм. Конусообразные бугорки могут быть сложены спиралями экскретов (рис. 17—19). Иногда из вершины конуса на несколько сантиметров выглядывает трубка полихеты диаметром 2—5 мм. Здесь, так же как в ретине, встречаются отверстия в грунте диаметром 2—3 см (рис. 20, 21). У некоторых отверстий разбросаны палочки экскретов (рис. 22). В метагесте бывают одиночные воронки или «кратеры» (рис. 23—26). Конусообразные бугорки («курганчики») и отверстия располагаются равномерно или гнездами и осложняют ровный плоский рельеф дна, которое покрыто сетью биоглифов и отверстиями диаметром 1—5 мм. На грунте часто видны следы лежек камбалы.

Грунт представлен мелкопесчанистым алевропелитом, и в нем практически отсутствуют раковинная дресва и целые створки моллюсков. В зимнее время на дне лежит тонкий наилот, который летом уносится течением. При биотурбации происходит биосортировка грунта. Поэтому «курганчики», некоторые воронки и небольшой участок дна около них отличаются по составу грунта. При перемещении осадка, его взмучивании или при пропуске через организм животных из него удаляются более мелкие частицы грунта. Результаты биосортировки хорошо видны на рис. 23, 20. Зимой в метагесте можно встретить скопление офиур (рис. 27, 28). Более всего распространены здесь патирии, встречаются амурская звезда и колючая серая звезда (рис. 29, 30).

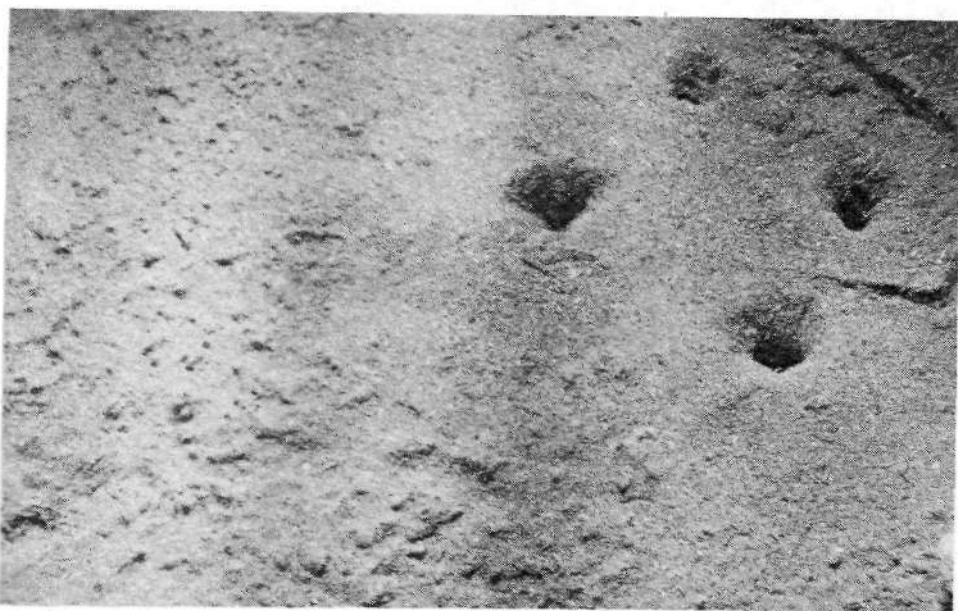
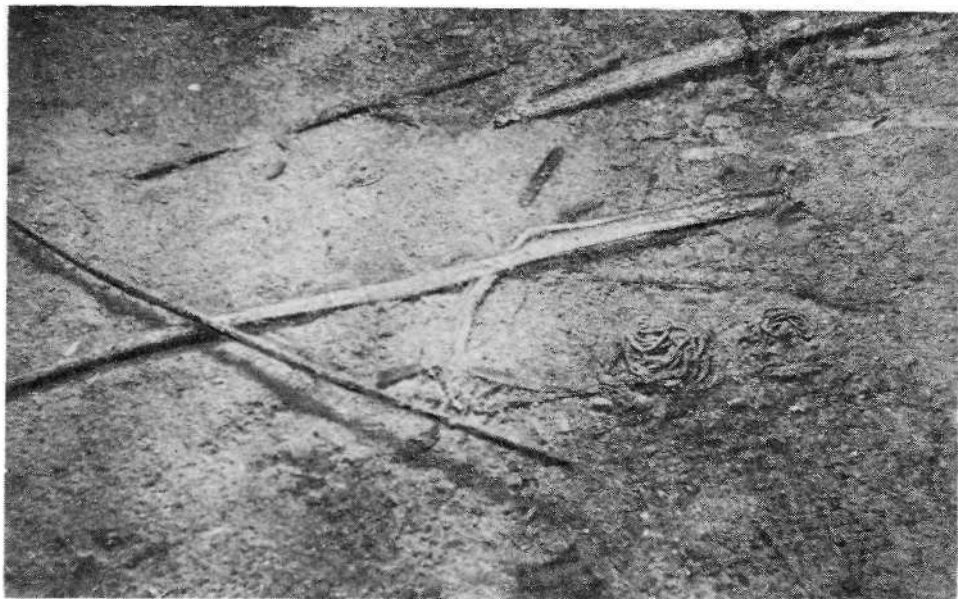
В этом ландшафте можно найти кукумарию (рис. 31), крабов, преимущественно поздней осенью и ранней весной (см. рис. 29). Фитобентос здесь несущественный. Лишь течением приносит сюда обрывки водорослей ни морских трав.

Диагноз: рельеф биоосложненный, уклон незаметный, грунт кольматированный с биоподвижным мелкозернистым скелетом. Зообентос: эктобионты экзофаги, эндобионты экзофаги, эктобионты эпи- и эктофаги. Вистигивитные признаки: «курганчики», экскреты, отверстия в грунте, «кратеры», биоглифы. Фитобентос: несущественный.



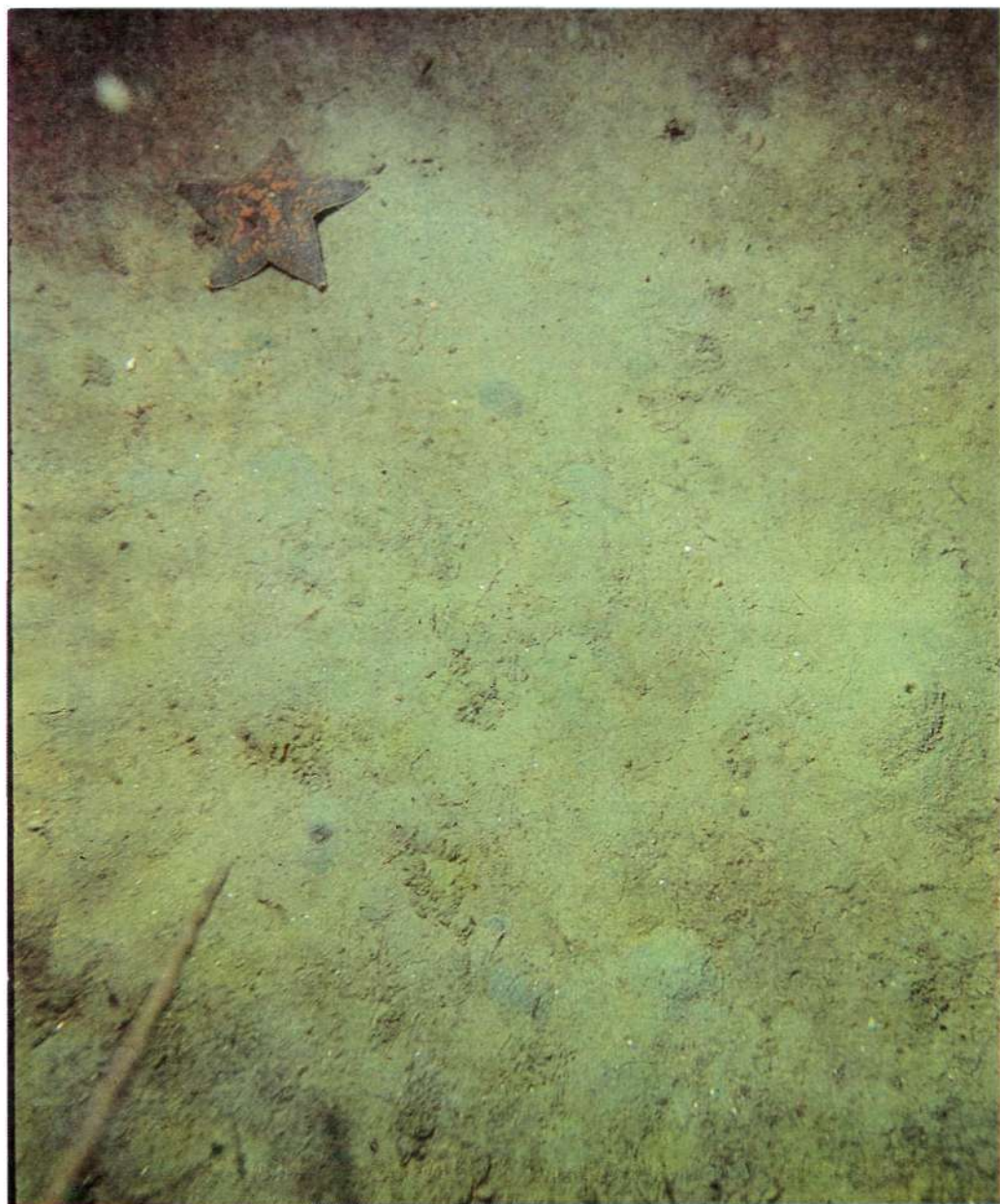
17. Метагест

18. Небольшие бугорки, «курганчики» и конусы из спиралевидных экскретов на илстом мелкопесчаном дне

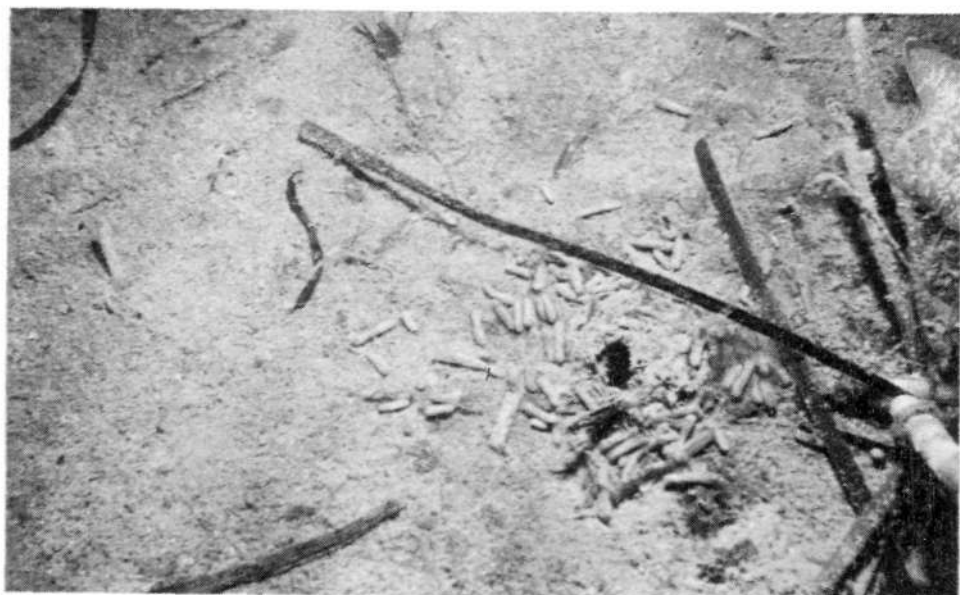


19. Так выглядит при увеличении конус спиралевидных экскретов

20. Многочисленные отверстия в грунте, расположенные равномерно и группами. Хорошо видна сортированность грунта около отверстий

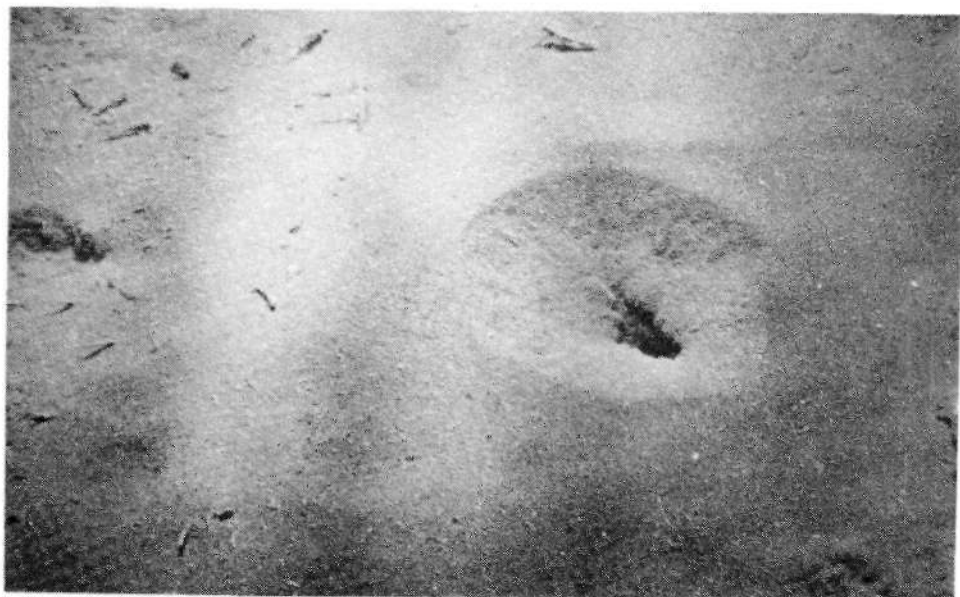


21. Бугорки и конусы на алевритово-песчаном грунте. Заметен рыжий бактериальный наилок. На заднем плане — *Patiria pectinifera*

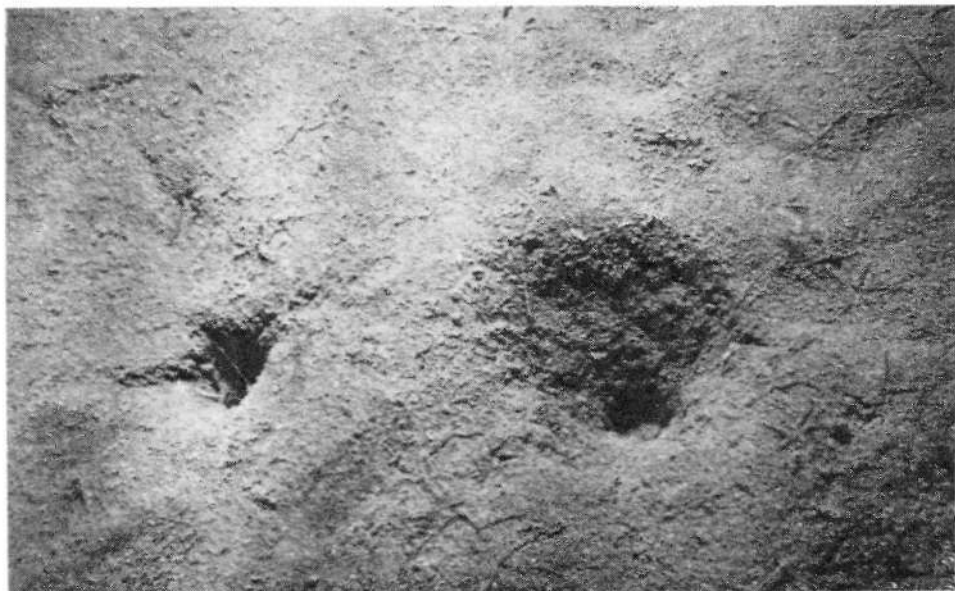


22. Отверстие убежища эндобионта (предположительно эхиуриды) и его экскреты

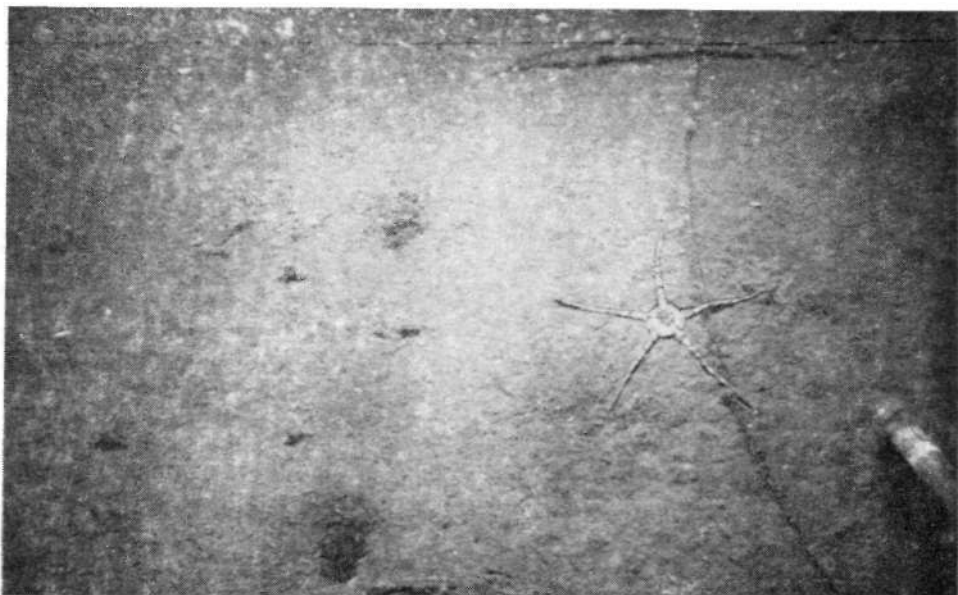
23. Вид сбоку на «кратер», аналогичный изображенному на рис. 24



24—25. Конические возвышения с кратерообразной воронкой и осевым отверстием. Возможно, это нора *Calithaca adamsi*. Выбрасываемый из воронки грунт, о чем можно судить по полузасыпанной звезде *Asterias amurensis*, в результате биосортировки отличается по крупности и составу от окружающего осадка. Механизм биосортировки грунта в данном случае, видимо, такой: животное выбрасывает из отверстия грунт, более крупные частицы осаждаются, а более мелкие относятся течением в сторону



26. Воронкообразные углубления в грунте с осевыми отверстиями. Видна тонкая сеть биоглифов
27. На дне, припорошенном обрывками морских трав и тонким наилком, расположена гнездами *Orniura sarsi*, что в домифорных ландшафтах характерно для холодного времени года



28. То же, что и на рис. 27, но здесь пример одиночного расположения *Ophiura sarsii*

29. Морские звезды *Patiria pectinifera* и бегущий краб *Erimacrus isenbeckii*



30. Отверстия в грунте и звезда *Asterias amurensis*



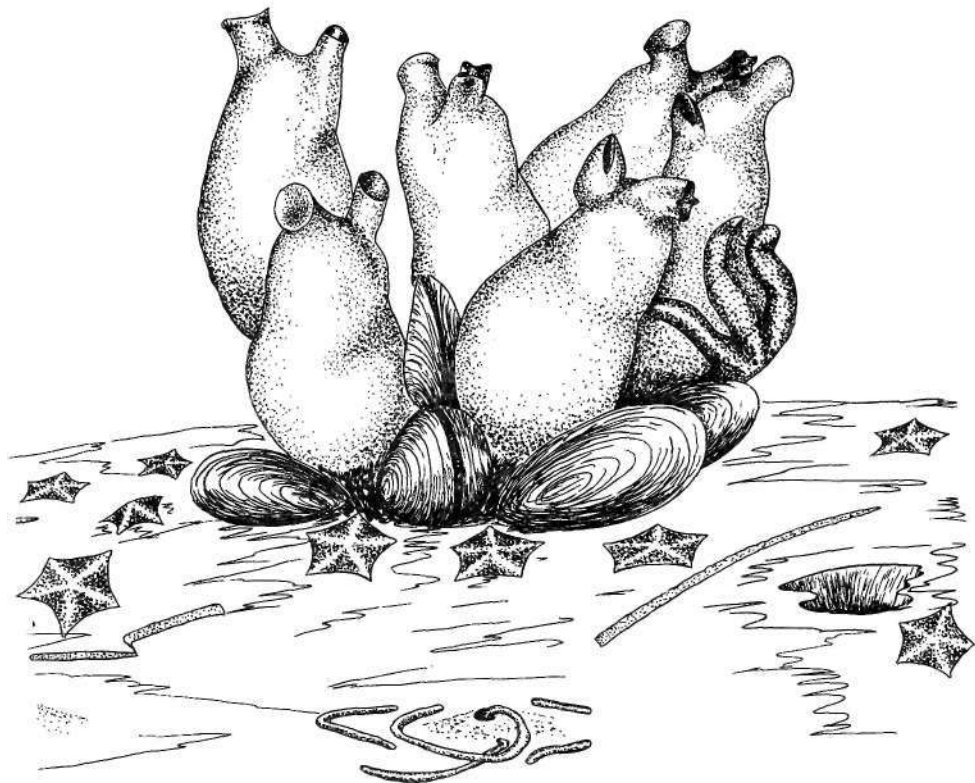
31. Обрывки морских трав, кукумария *Cuscutaria* sp. и звезда *Patiria pectinifera*

Веррукоид

Веррукоид (от лат. *verruca* — *маленький бугорок*). Название дано по общему облику подводной местности, покрытой, словно бугорками, равномерно расположенными друзами («клуббами») пурпурной асцидии и ее одиночными экземплярами, часто лежащими на боку (рис. 32—35).

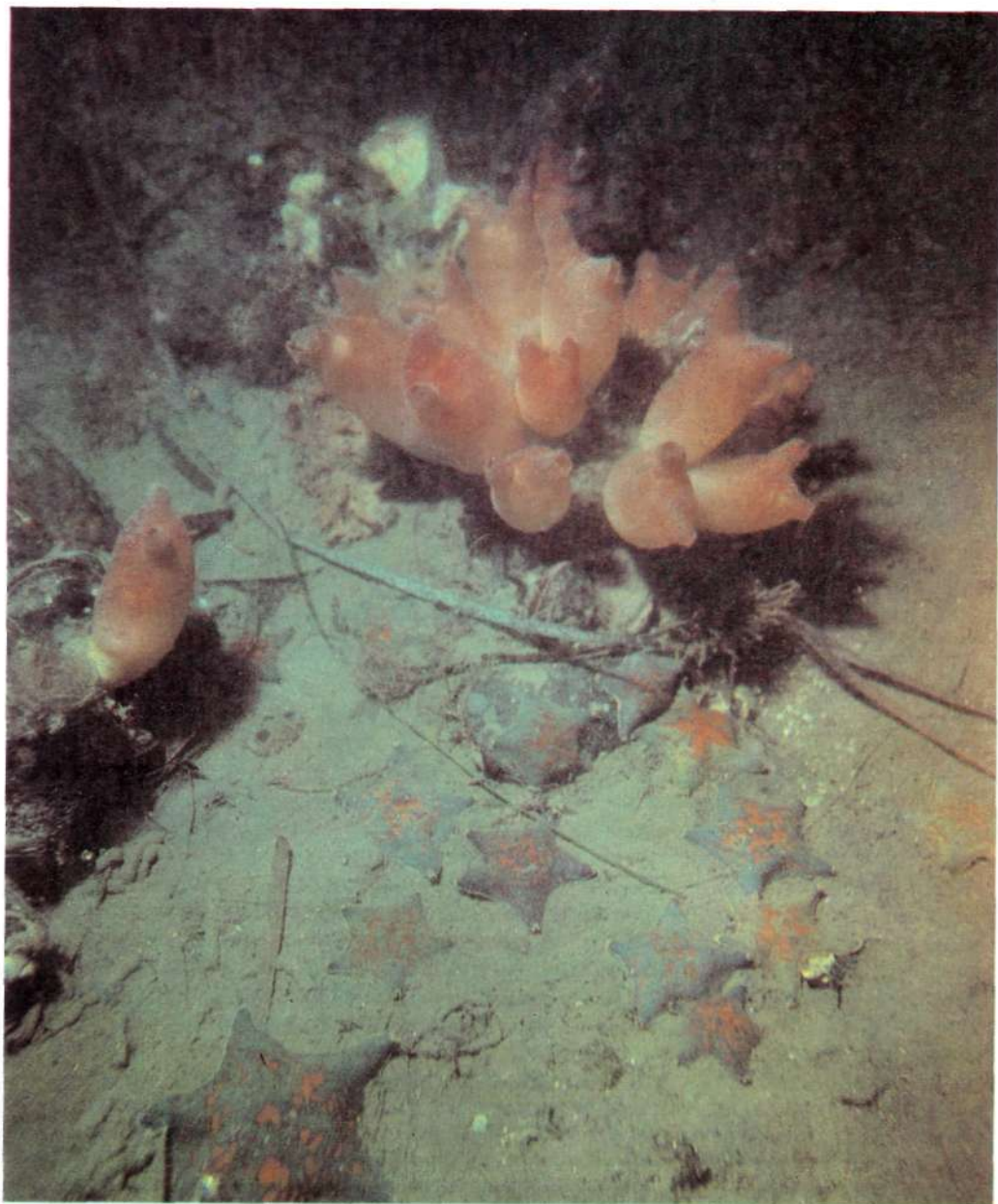
Веррукоид занимает большие площади в диапазоне глубин 20—30 м, иногда до глубины 40 м. Этот ландшафт прослеживается по периферии полей ретины на дне с уклоном 0,04 и менее. Здесь часто встречаются плоскодонные углубления с вертикальными стенками, оставленные зарывающейся камбалой. Плоский рельеф осложнен «кратерами» и «курганчиками» (рис. 36, 37). Дно перфорировано мелкими отверстиями диаметром 1—5 мм и отверстиями около 2—3 см в поперечнике (рис. 38, 39).

Встречаются большие отверстия в грунте диаметром 5—10 см — по-видимому, осыпавшиеся норы (рис. 40). Дно часто усыпано палочками экскретов, разбросанных возле отверстий в грунте (см. рис. 36, 39), или спиралевидными экскретами, как видно на рис. 41, 38. Дно сложено серым или зеленовато-серым алевритом и алевропелитом, который при взмучивании быстро осаждается и при растирании между пальцами не мажется. В грунте встречаются редкие включения раковинного детрита, пустые раковины двустворок и отдельные обломки горных пород диаметром до 10—12 см.

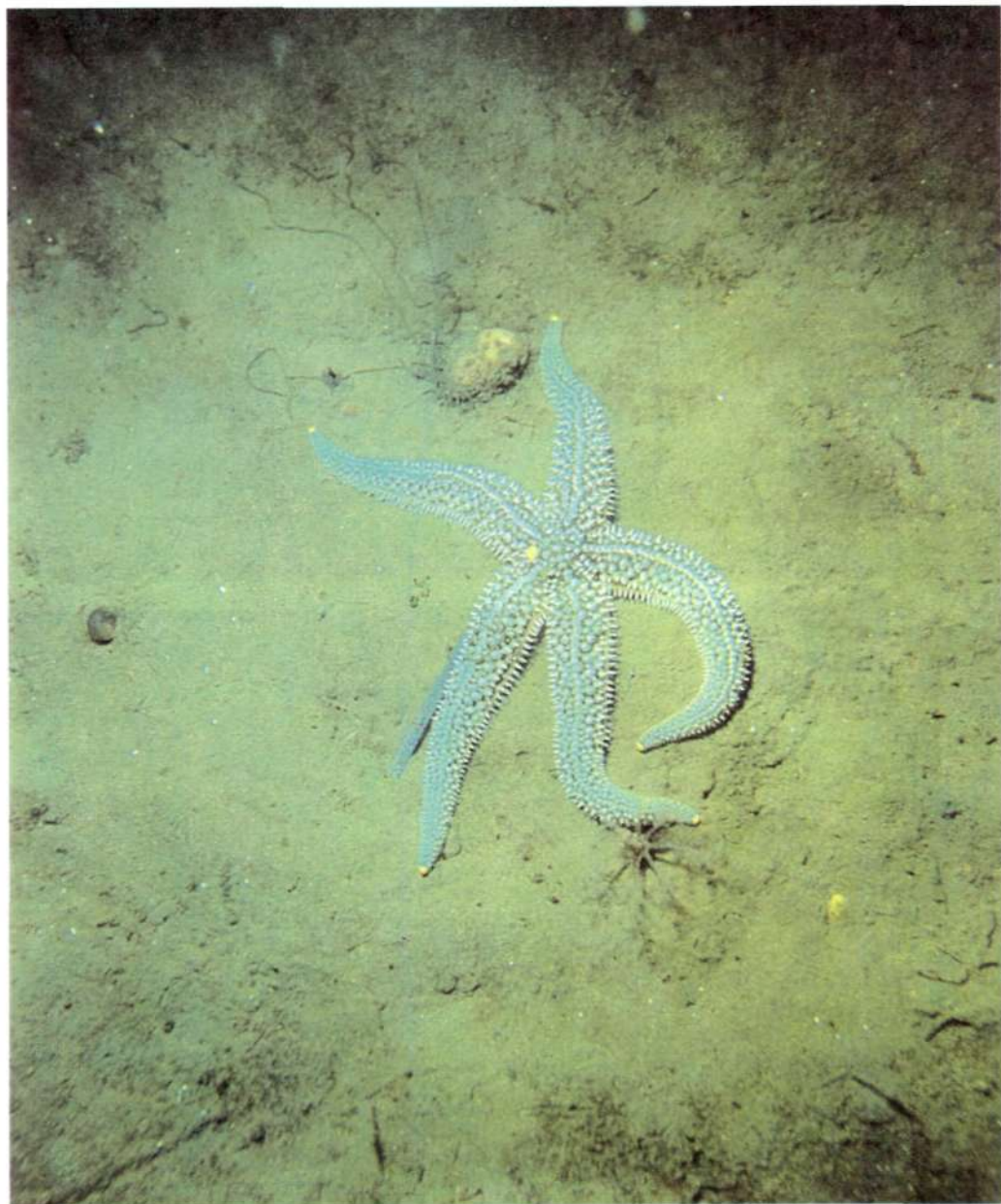


32. Веррукоид

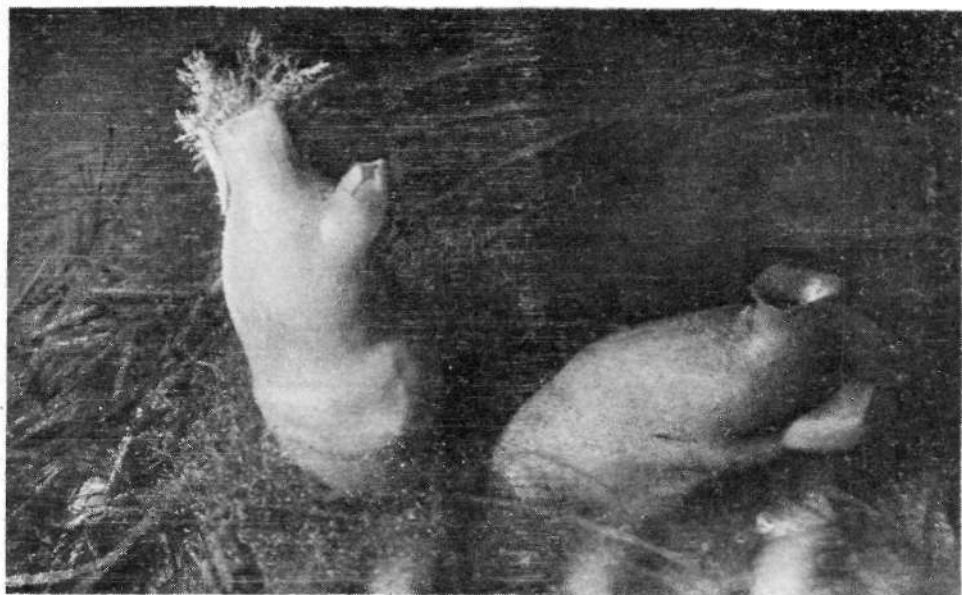
В зимнее время дно здесь покрыто легким желтовато-серым наилком и равномерно распределенными обрывками zostеры, которые летом, в период наибольшей гидродинамической активности, могут быть унесены течением. Характерной особенностью этого ландшафта является равномерное распределение одиночных и групповых поселений пурпурной асцидии. «Клумбы» могут иметь диаметр до 1 м при высоте до 40–50 см. В них насчитывается до 50 асцидий. Наличие друз и их размеры, по-видимому, зависят от наличия субстрата. В основе такой колонии могут лежать друза двустворок модиолусов, прикрепленных к створке мертвой раковины (см. рис. 35), или обломок горной породы. К небольшим предметам, являющимся субстратом, как правило, прикреплена одна или две асцидии, которые под весом собственной тяжести заваливаются на бок. Вокруг «клумб» концентрируются звезды патирии, образуя скопления до нескольких десятков экземпляров на 1 м². В этом ландшафте часто встречаются серые колючие и амурские звезды, которые в холодные сезоны местами скапливаются выпуклыми массами в несколько слоев, образуя холмы до 20 см высотой и диаметром до полуметра. В то же время здесь появляются офиуры.



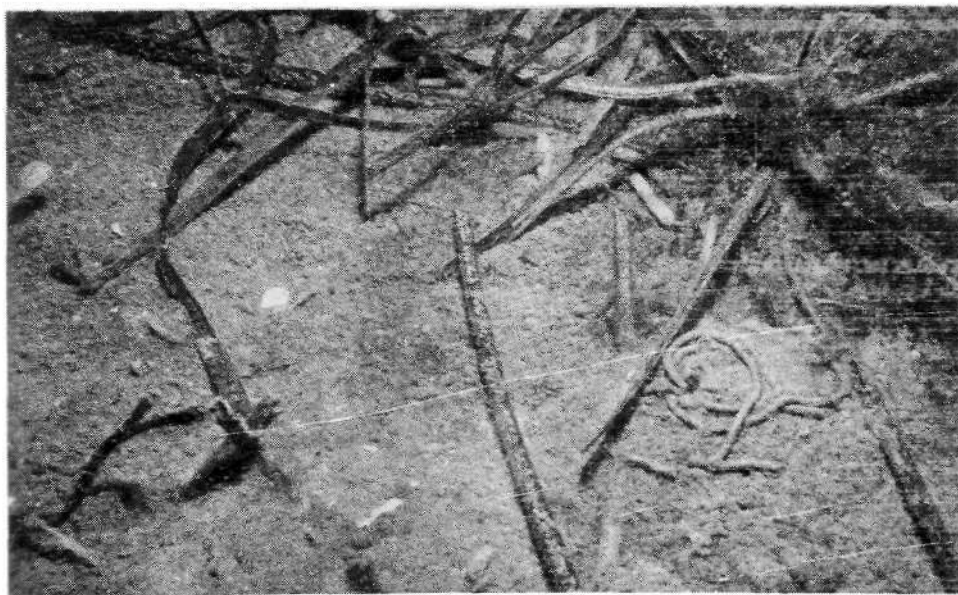
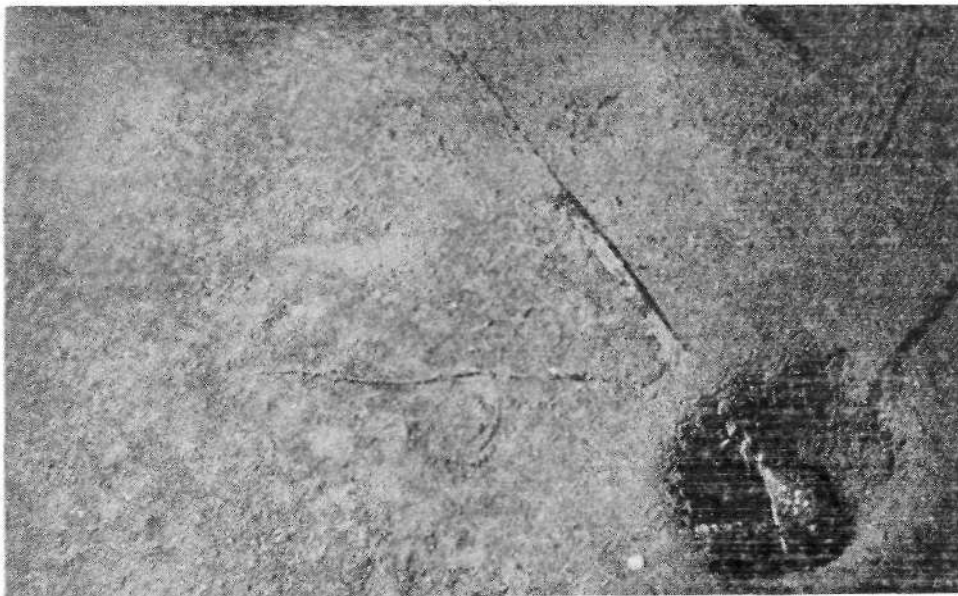
33. «Клумба» асцидий *Halosynthia aurantium*



34. Колючая звезда в веррукоиде

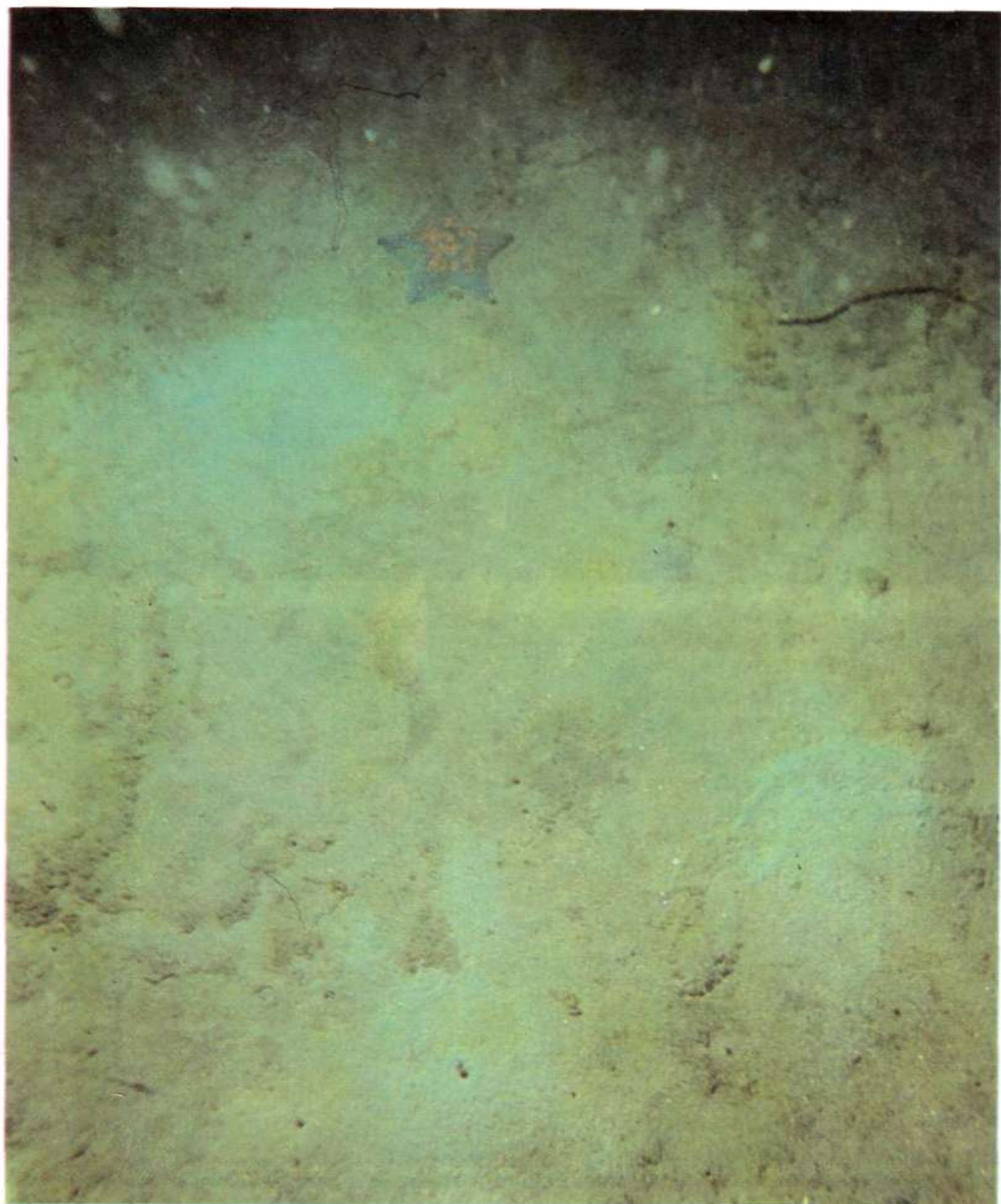


35. Асцидии *Halosynthia aurantium* на дне, покрытом обрывками трав. В нижних углах снимка видны правильные ежи, а у основания асцидий — водоросли
36. Отверстие с буртиком, предположительно от эхиуриды, вокруг которого разбросаны цилиндрики экскретов. Хорошо виден результат биосортировки — цвет грунта около отверстия значительно светлее окружающего осадка. В верхней части снимка видны лучи звезды *Patiria pectinifera*



37. Отверстие в грунте, предположительно образовавшееся от обрушения стенок убежища эхиуриды. В эту ямку провалилась звезда *Patiria rectinifera*

38. Крупным планом изображено убежище полихеты и спиралевидные экскреты



39. Бугристое дно с конусами и следами ползания. На заднем плане — *Patiria pectinifera*



40. Воронкообразное отверстие в грунте со следами биосортировки
41. Звезды *Patiria pectinifera* равномерно расположены на дне, покрытом обрывками морских трав. Отверстие в грунте и спиралевидные экскреты указывают на то, что здесь обитает полихета.

Диагноз: рельеф биоосложненный, уклон незаметный, грунт кольматированный с разобленным биоподвижным скелетом. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги, эпи- и эндобионты экзофаги в виде разрозненных клумбовидных скоплений. Вистигивитные признаки: «курганчики», «кратеры», биоглифы, экскреты, отверстия в грунте, разбросанные гнездами. Фитобентос: несущественный.

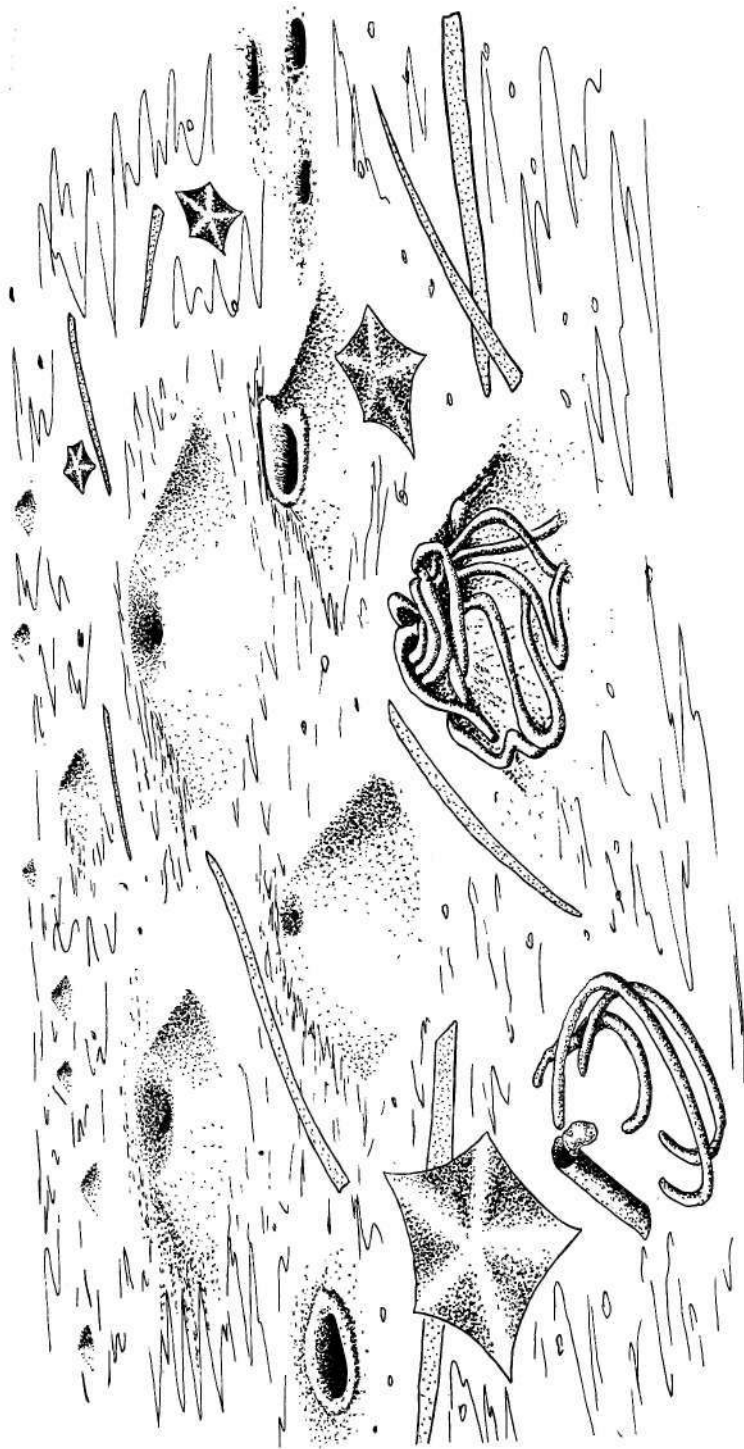
Скатебра

Скатебра (от лат., *scatebra*—*бьющий ключом, бурлящий*). Название дано из-за чрезвычайно интенсивного процесса биотурбации, что выражается в самых разнообразных формах вистигивитных признаков с преобладанием «кратеров» (рис. 42). Скатебра, располагаясь в диапазоне глубин 15—30 м, обычно оконтуривает веррукоидный ландшафт или примыкает к метагесту. Уклоны дна здесь меняются от 0,04 до 0,08. Этот ландшафт приурочен к песчано-алевритово-илистым грунтам с большим содержанием раковинного детрита, где встречаются пустые ненарушенные раковины двустворок до 2—5 шт. на 1 м². Рельеф здесь плоский, биоосложненный многочисленными следами жизнедеятельности животных. В скатебре хорошо выражены «курганчики». По фотографиям (рис. 43—46) можно проследить предположительный процесс их образования. Плотность кратеров здесь бывает до 10—20 шт. на 1 м². Они могут отличаться друг от друга по внешнему виду, высоте, размеру кратера, что, по-видимому, зависит от характера грунта в данном месте, стадии жизнедеятельности обитающего в этой норе животного и степени разрушения убежища, если животное погибло или покинуло его (рис. 47—49). На фотографиях в местах биотурбации хорошо видна пересортировка животными грунта, который здесь отличается и по цвету и по крупности.

В этом ландшафте, там, где скапливаются обрывки zostеры, концентрируются патирии до 15—20 шт. на 1 м² (рис. 50). Серая колючая и амурские звезды распределены обычно равномерно, одна на 20—30 м², и лишь в зимнее время могут образовываться плотные скопления (рис. 51). Трепанг в скатебре не образует плотных популяций, однако часто можно встретить его характерные фекальные следы (рис. 52). Иногда здесь встречаются небольшие дружки двустворок (см. рис. 47) и одиночные асцидии, прикрепленные к отдельным раковинам. Багряные водоросли в виде короткой поросли обрамляют края створок раковин и их обломков. Зимой на дне тонким слоем скапливается наилок, который летом уносится течением (рис. 53—61).

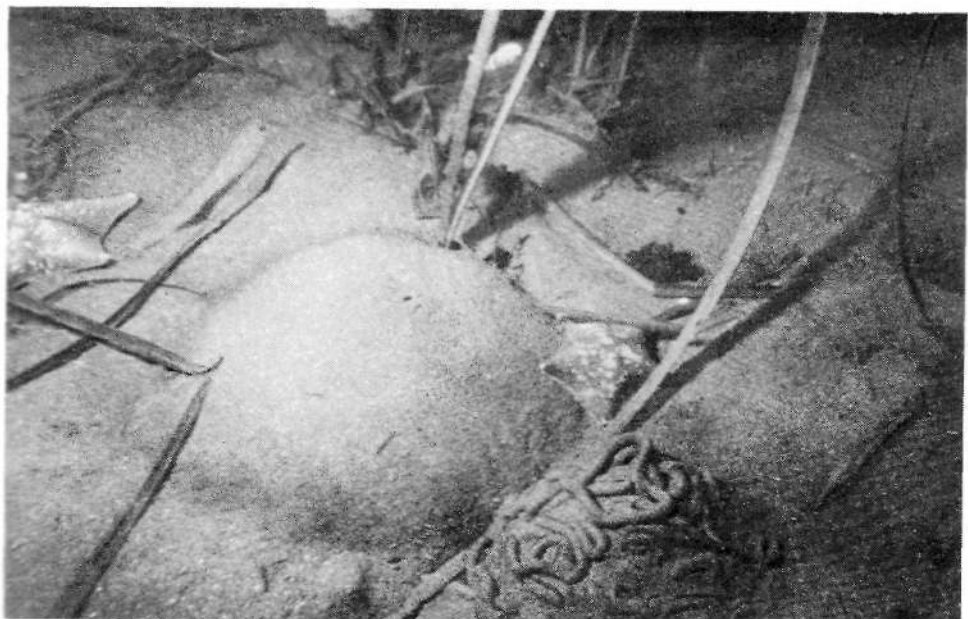
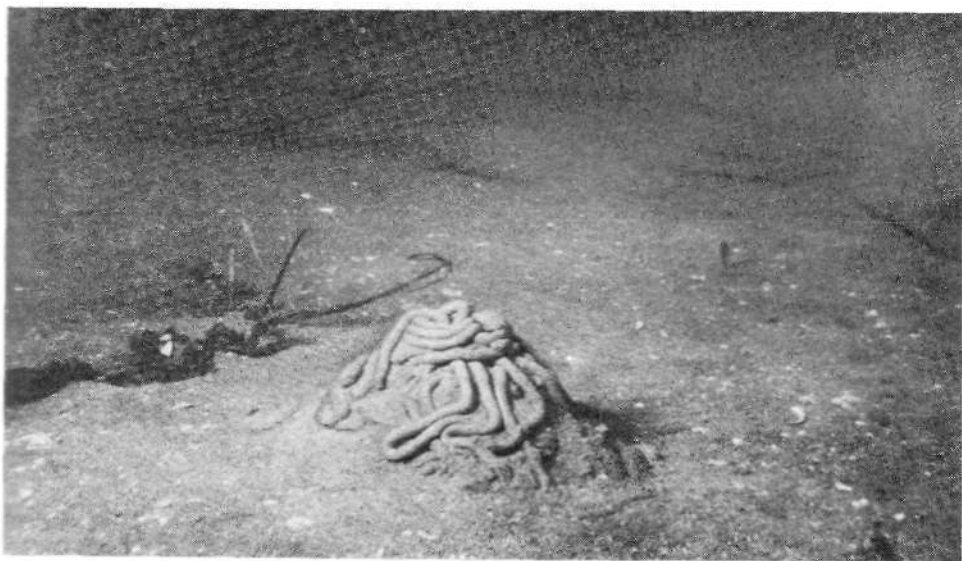
Диагноз: рельеф биоосложненный. Уклон незаметный. Грунт кольматированный с биоподвижным ячеистым скелетом. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги, эпи- и эндофаги, эндобионты экзофаги. Вистигивитные признаки: «кратеры», «курганчики», отверстия в грунте, фекалии. Фитобентос: несущественный.

Отличается от метагеста значительно более выраженной биотурбацией грунта.

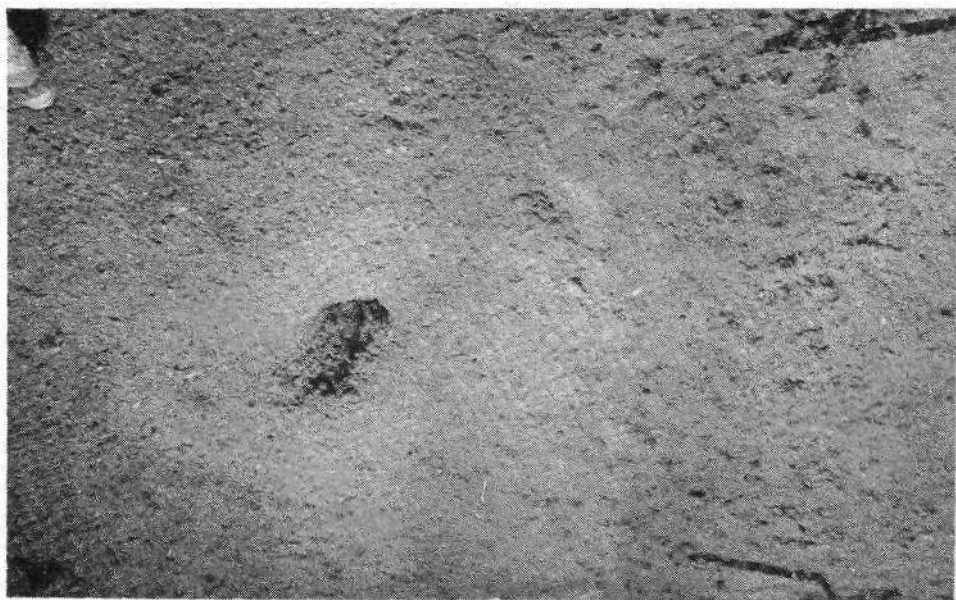
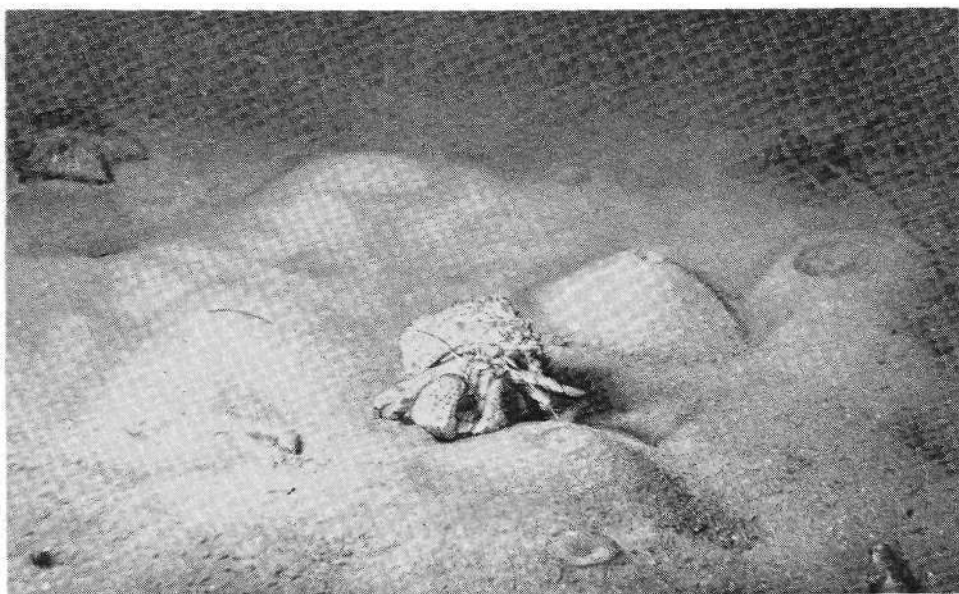




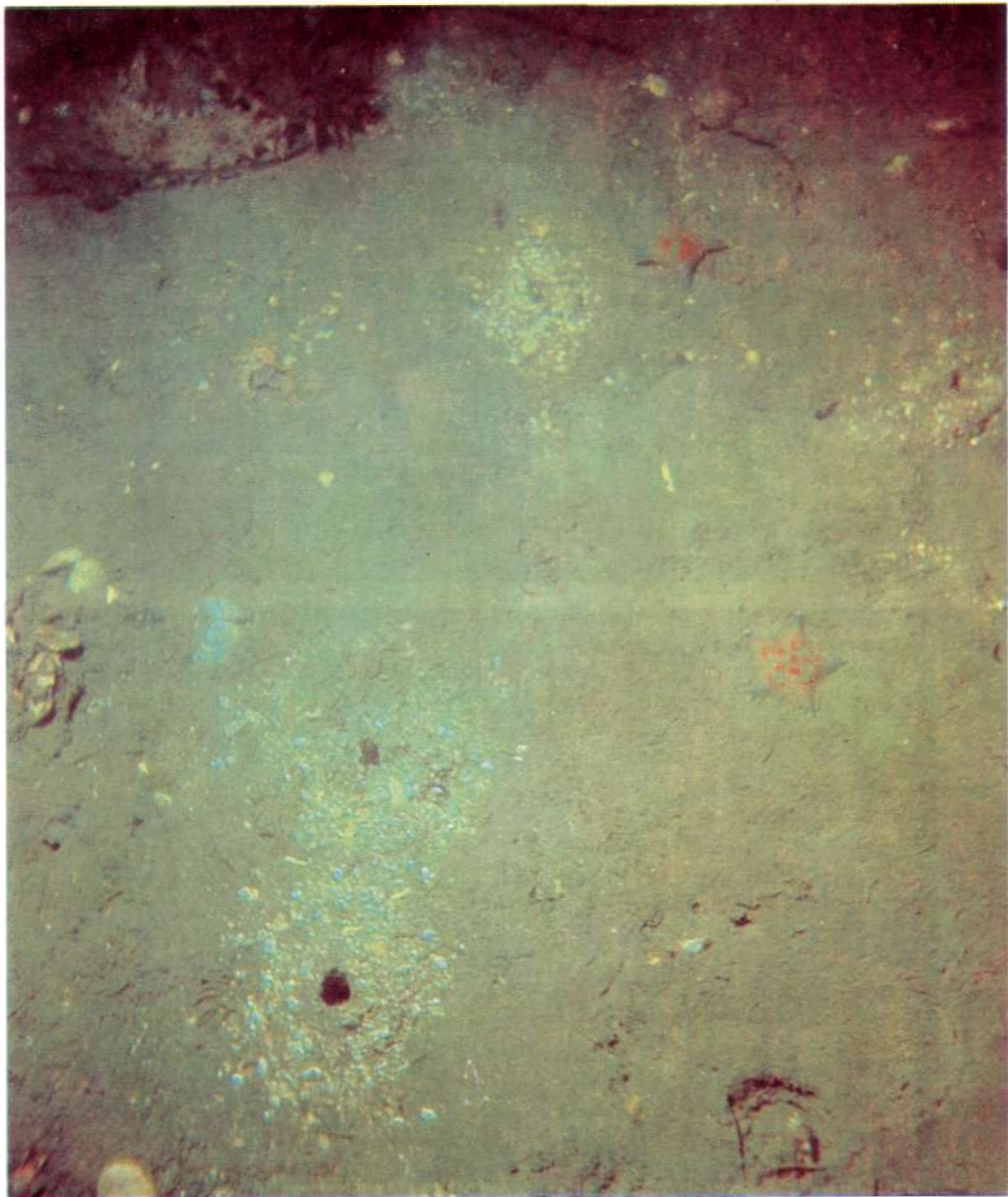
43. Трубка полихеты диаметром около 5 мм, которая торчит из илесто-песчаного грунта и вокруг которой расположены «колбаски» экскретов. На дне хорошо виден наилот



44. Бугорок высотой около 5 см, сложенный экскретами предположительно такой же полихеты, трубка которой изображена на рис. 43
45. Звезды *Patiria pectinifera* и отдельные ростки травы *Zostera marina*. Два бугорка: один сложен экскретами, другой — песчаным материалом. Можно предположить, что после того, как слизь, скрепляющая экскреты, распадется, первый бугорок может превратиться в такой же, как второй



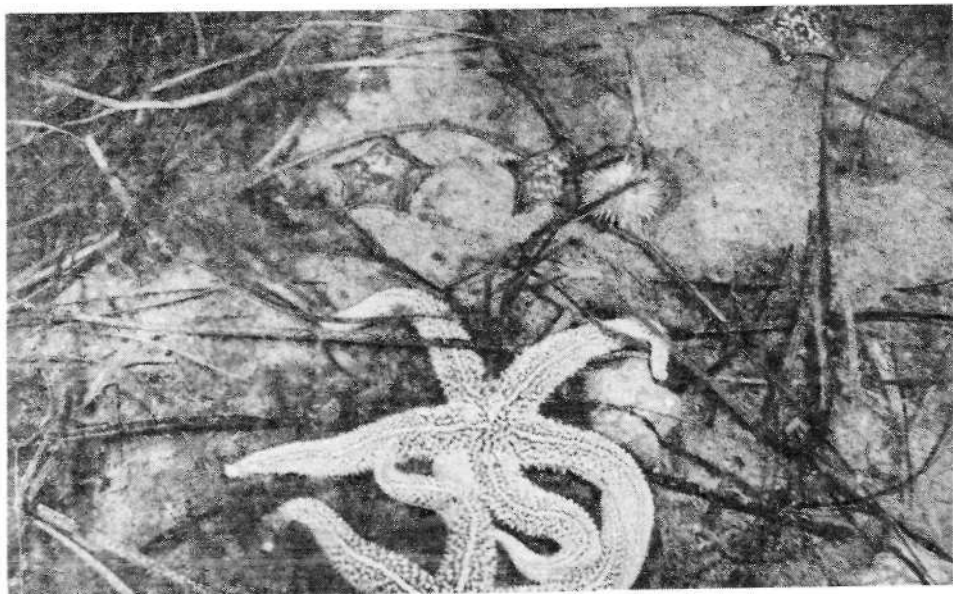
46. Бугорки высотой около 5 см, диаметром основания 10—15 см. На вершине расположено отверстие диаметром 5 мм, которое переходит в трубку диаметром около 1 см. Трубка идет на глубину до 30 см, затем переходит в горизонтальное положение. Хозяин убежища не определен. На дне виден рак-отшельник *Pagurus brachiomastus*
47. Отверстие в грунте. Хорошо виден комковатый наиллок и следы биосортировки грунта



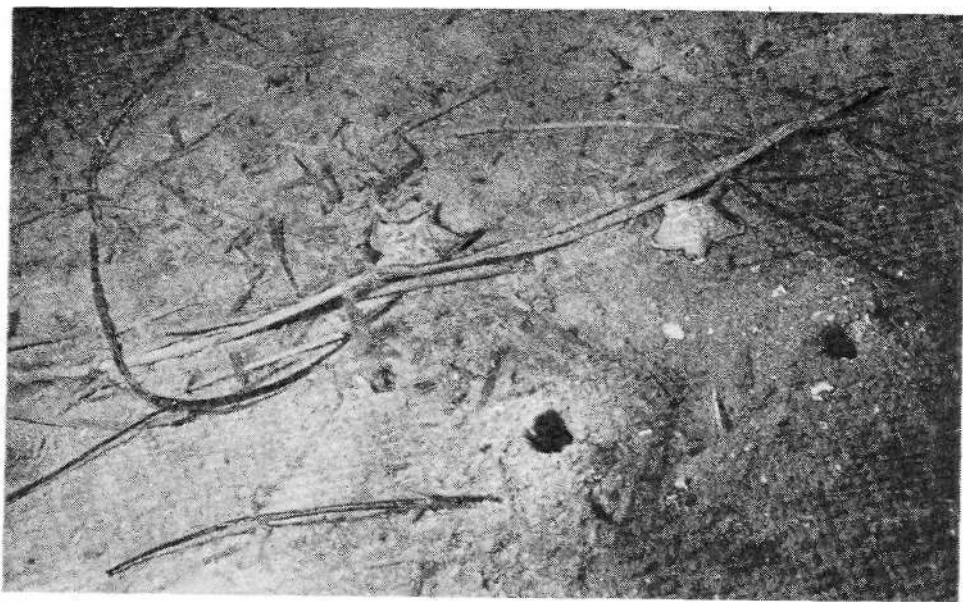
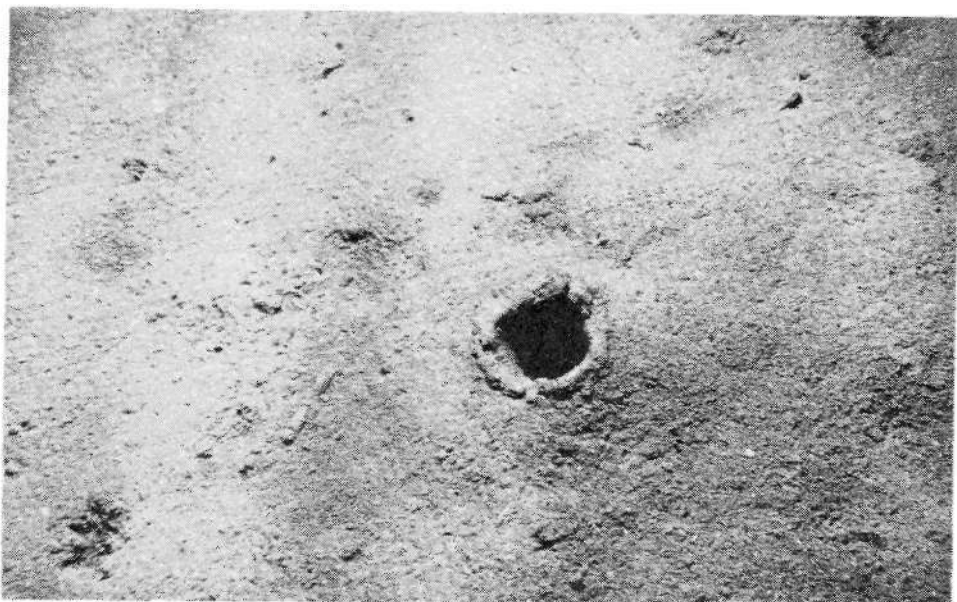
48. Звезды *Patiria pectinifera* и отверстия в грунте, содержащем фрагменты раковин



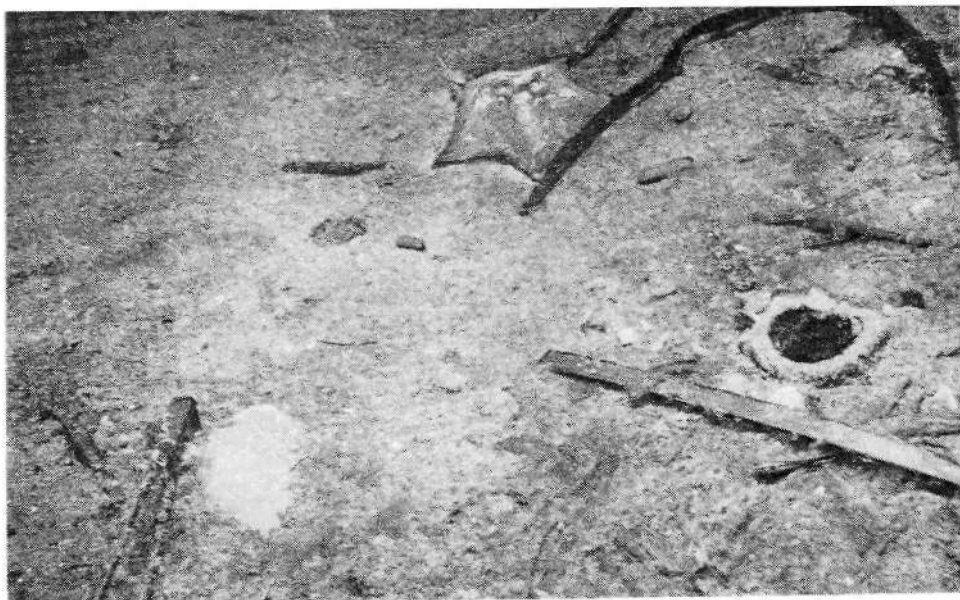
49. Отверстие в грунте неправильной формы диаметром около 5 см. Предположительно это полуобвалившееся убежище эхиуриды
50. Обрывки травы *Zostera* sp., звезды *Patiria pectinifera*, отверстия в грунте с буртиком, оставленные, по-видимому, эхиуридами



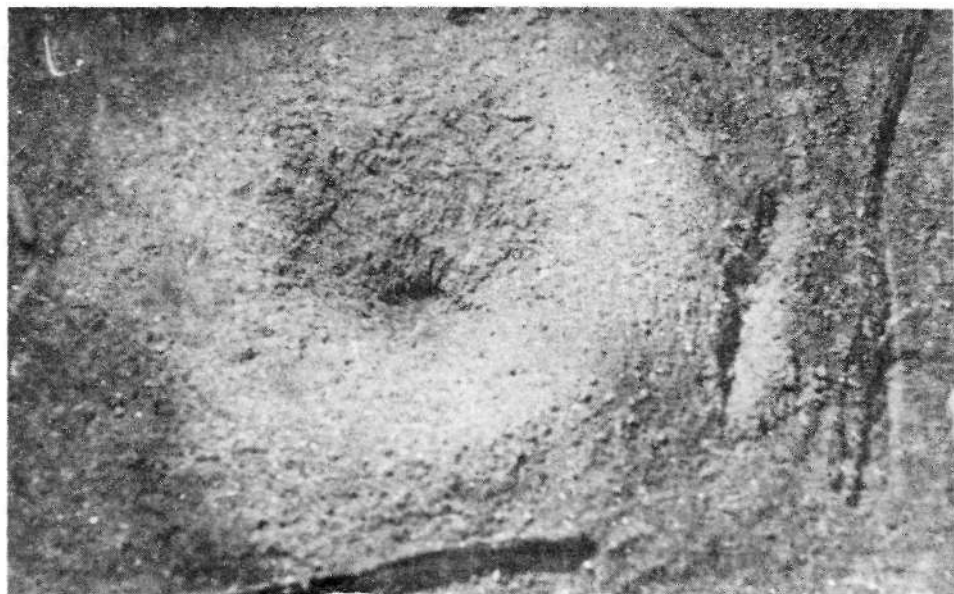
51. На дне, покрытом обрывками морских трав, расположены звезды *Patiria pectinifera*, *Distolasterias piron* и правильный еж *Strongylocentrotus* sp.
52. Воронки в грунте диаметром до 5 см с осевым каналом диаметром до 1,5 см. Предположительно это жилище *Calithaca adamsi*



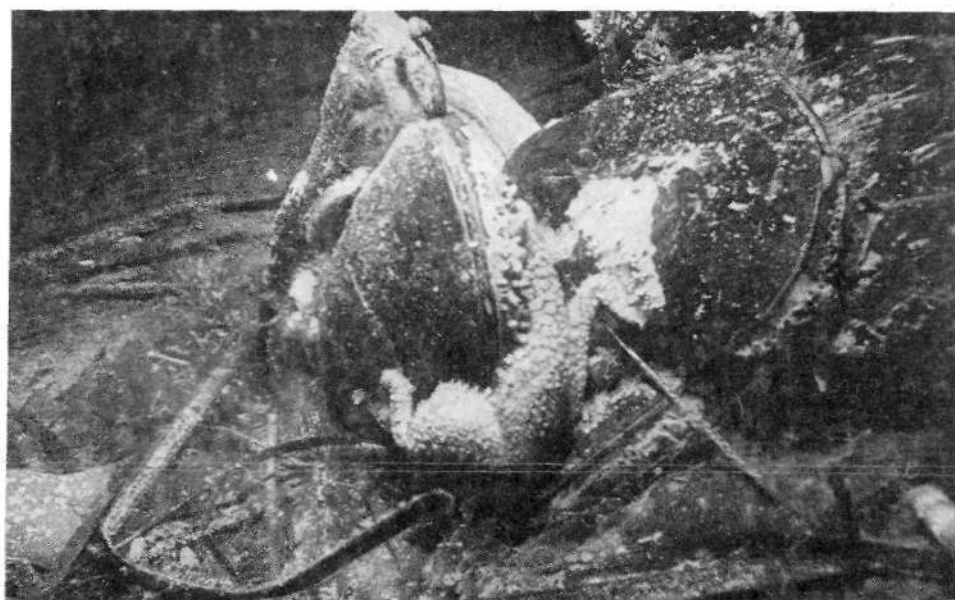
53. Отверстие диаметром 1—3 см с буртиком. Вниз идет ход, расширяющийся до 3—4 см. Глубина вертикальной части хода составляет 20—30 см. Дальше ход разворачивается в горизонтальном направлении. Стенки хода сцементированы слизью. В конце хода находится эхиурида *Urechis uncinatus*
54. Обрывки травы *Zostera* sp., звезды *Patiria pectinifera* и отверстия в грунте со следами биосортировки вокруг них



55. Отверстия в грунте. Звезда *Patiria pectinifera*, обрывки морских трав. Белыми пятнами выделяются обломки раковин
56. Воронка в грунте с хорошо выраженным осевым каналом диаметром около 2 см, вокруг которой наброска из биосортированного осадка



57—58. Воронки в грунте, обрывки морской травы *Zostera* sp., звезда *Patiria pectinifera*.
Из-за биосортировки грунт вокруг воронок отличается по составу и цвету от окружающего
дна



59. Отверстия в грунте, звезда *Patiria pectinifera*, обрывки морских трав
60. Друза двустворок *Srenomytilus grayanus*, на которой расположилась мягколучевая звезда *Lysastrosoma anthosticta*. Вокруг друзы видны обрывки морских трав и полупрозрачные комки водорослей



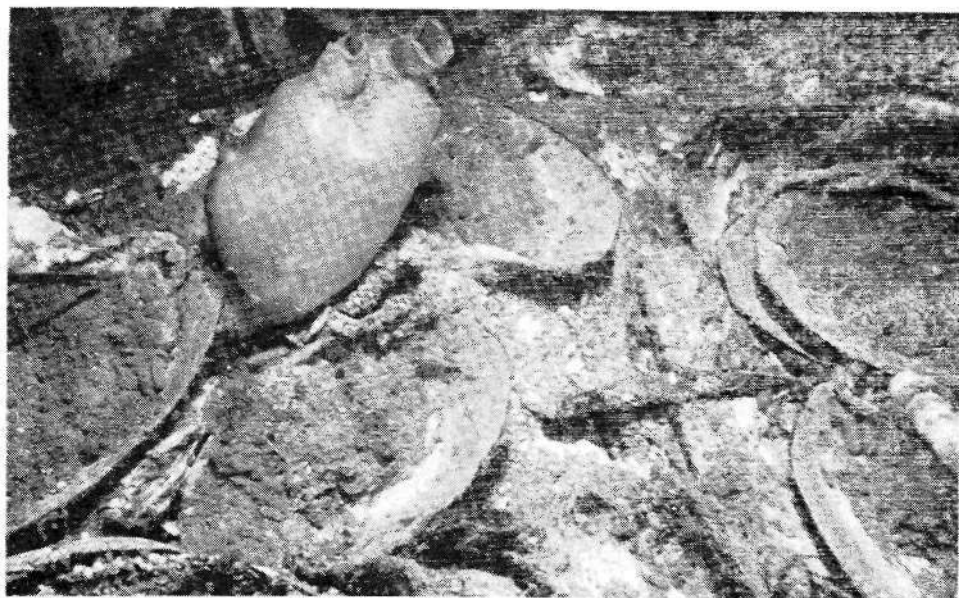
61. Дно покрыто обрывками морских трав. На переднем плане трепанг *Stichopus japonicus*, за которым тянется характерный след из экскрементов

Конхий

Конхий (от лат. *concha*—относящийся к раковине). Название дано по общему облику поверхности, покрытой плотно расположенными раковинами мертвых двустворок поперечником 5—8 см, большая часть которых повернута выпуклостью вниз (рис. 62—66). Глубина распространения конхия обычно равна 8—16 м, в отдельных местах достигая 23 м. По всей видимости, ракуша образовалась в голоценовое время и залегает на затопленной террасе, отчетливо прослеживающейся почти непрерывно поясом вдоль побережья в заливе Петра Великого. Иногда скопления ракуши образуются у основания крупных глыб или скал. В таких случаях скопления состоят в основном из створок мидии (см. рис. 66). Дно сложено ракушей и ракушей со щебнем. Промежутки между обломочным материалом могут быть заполнены илом. Раковины составляют более 50% покрытия поверхности дна, уклон которого легко различим в воде.

Между раковинами часто встречаются вертикальные круглые каналы диаметром до 3 см (рис. 67, 68) и кратеры с армированными обломками раковин осевым каналом того же диаметра (рис. 69, см. рис. 68). «Кратеры» сложены из крупнозернистого песка и раковинного детрита.

В конхий встречаются отдельные друзы мидий (рис. 70, 71). Иногда к створкам раковин крепятся пурпурные и бугорчатые асцидии (рис. 72, см. рис. 63). На отдельных створках раковин в наиболее мелководных участках встречаются бурые и багряные водоросли. Звезды представлены

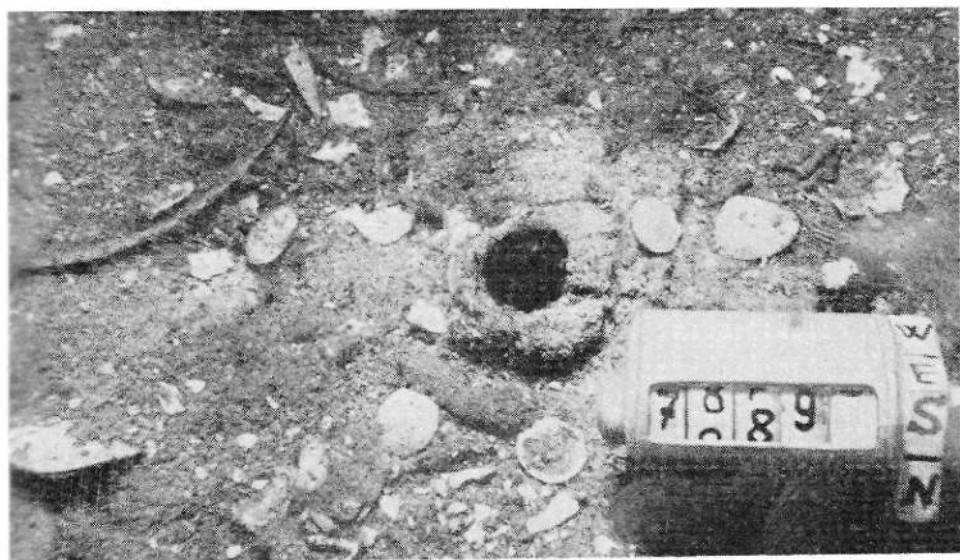


62 Конхий

63. Асцидия *Halosynthia aurantium* среди пустых раковин двустворок. Дно покрыто разлагающимися обрывками травы zostеры, цилиндрическими экскрементами и наилком



64. Кукумария *Cuscutaria* sp. на дне, сложенном раковинами двустворок, покрытом слоем наилка и обрывками zostеры
65. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis* на участке дна, покрытом обломками и целыми раковинами двустворок. Под водорослью, рядом с гребешком, располагалась мягколучевая звезда *Lysastrosoma anthosticta*, недалеко от нее — гребешковая звезда *Patinia pectinifera*. В правом верхнем углу снимка виден дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus*



66. Сплошное покрытие дна раковинами двустворок. В левом верхнем углу видна звезда *Lethasterias fusca*

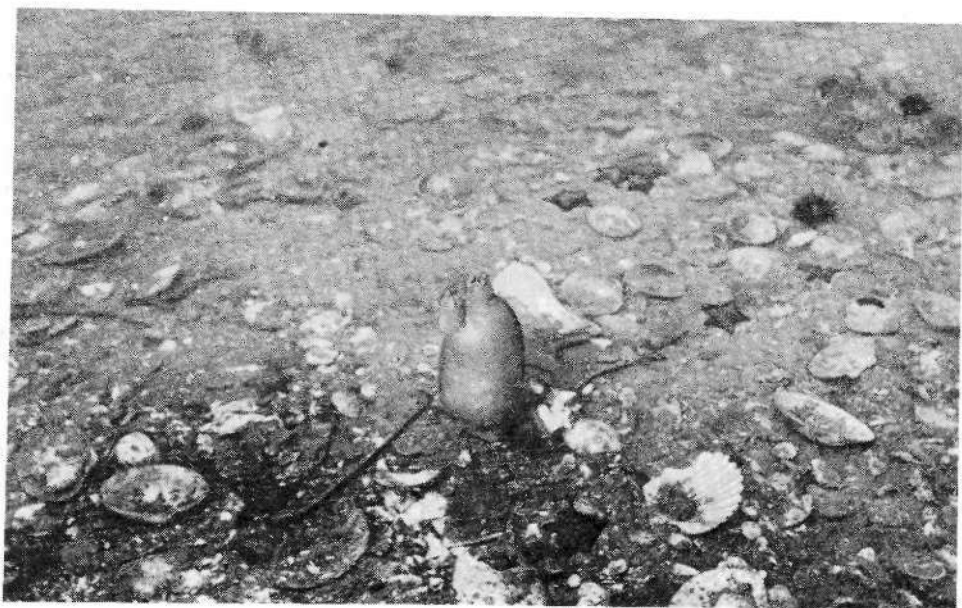
67. Отверстие убежища предположительно эхиуриды. На грунте видны экскреты хозяина убежища



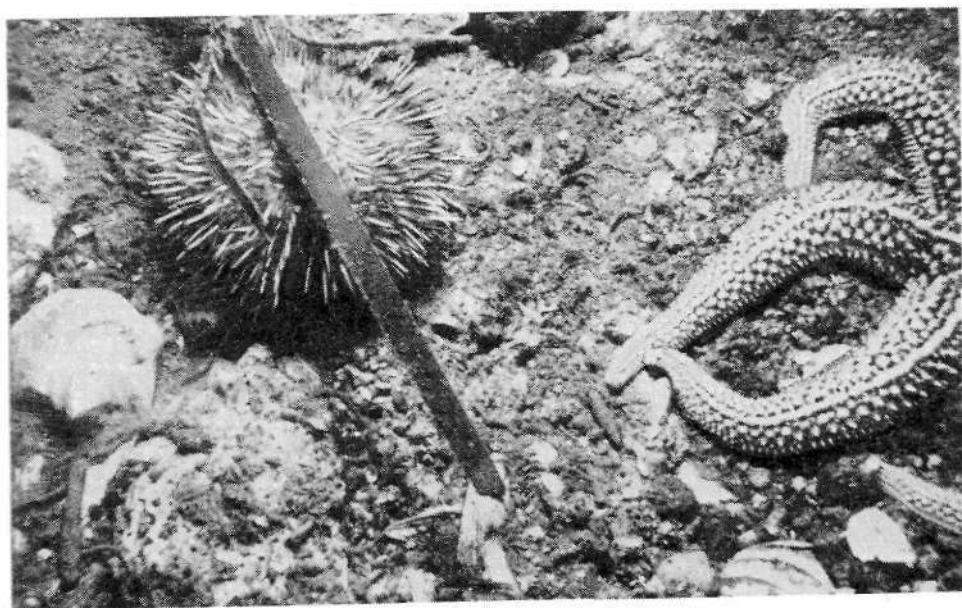
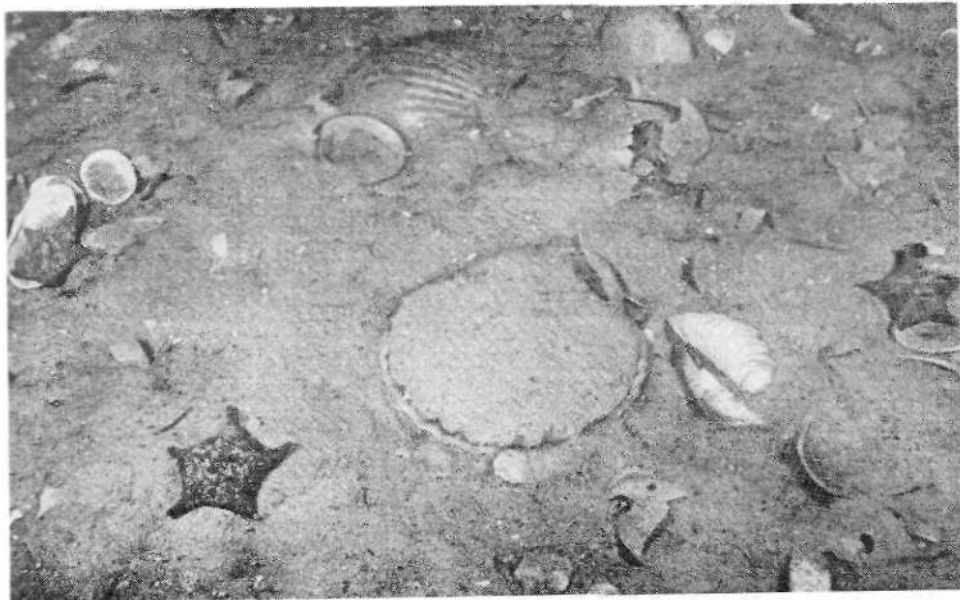
68. Конхий с обрывками zostеры



69. Отверстие в грунте, являющееся входом в убежище, по-видимому, эхиуриды. В створках раковин виден наиллок. Грунт вокруг отверстия сортирован
70. Друза моллюсков *Crenomytilus grayanus* и расположившийся на ней еж *Strongylocentrotus nudus*. На дне, сложенном раковинным материалом, видны обрывки водорослей и одиночные звезды *Patiria pectinifera*



71. На друзе моллюсков *Crenomytilus grayanus* и рядом с ней расположились трепанги *Stichopus japonicus*. На дне, сложенном створками раковин, видны кольца стального троса, покрытого коркой известковых водорослей
72. Асидия *Halosynthia aurantium*, звезды *Patiria pectinifera* среди пустых раковин двустворок и обрывков макрофитов



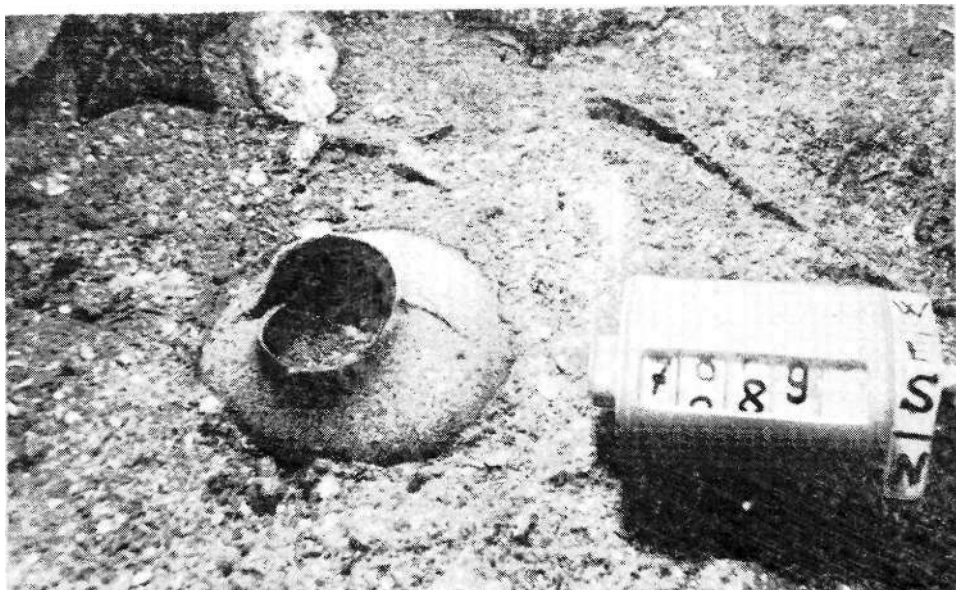
73. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis*, верхняя створка которого присыпана песком. Вокруг видны звезды *Patinia pectinifera*
74. Звезда *Distolasterias nipon* и правильный еж *Strongylocentrotus intermedius*. В грунте видны цилиндрические экскреты и фрагменты раковин



75. Трепанг *Stichopus japonicus*, оставляющий фекальный след. В правом верхнем углу снимка видна торчащая из грунта кожистая трубка полихеты
76. Дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus* на дне, сложенном створками раковин



77. Полихеты в конхии



78. Звезды *Patiria pectinifera* и в центре снимка кладка гастроподы *Natica* в виде спиралеобразной воронки. В правой части снимка — конец штывра от фотокамеры, на котором укреплен указатель номера станции, номера кадра и ориентировки съемки

в основном патириями (рис. 73, см. рис. 68), образующими скопления до нескольких десятков экземпляров на 1 м². Серая колючая (рис. 74) и амурская звезды здесь одиночны. В конхиях часто встречаются трепанги (рис. 75, 76, см. рис. 64, 68), собирающиеся в группы по несколько штук около друз мидий (см. рис. 71), а также кукумария и правильные ежи (рис. 77, см. рис. 63, 74). Весной в этом ландшафте можно найти упругие спиралевидные кладки гастропод (рис. 78). Изредка встречаются здесь и крупные приморские гребешки (см. рис. 65, 73). Часты раки-отшельники и камбала. В зимнее время у подножия «кратеров» скапливаются цилиндрической формы экскременты, а в промежутке между раковинами щетками торчат трубки полихет. Небольшие углубления между раковинами и их внутренность заполнены слоем желтоватого ила, который летом уносится течением (см. рис. 63, 64).

Диагноз: рельеф сложный, уклон слабый, грунт кольматированный с ячеистым скелетом, с биоподвижными и бионеподвижными элементами. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги, эпи- и эндофаги, эндобионты экзофаги. Вистигивитные признаки: кратеры, отверстия в грунте, экскреты. Фитобентос: несущественный.

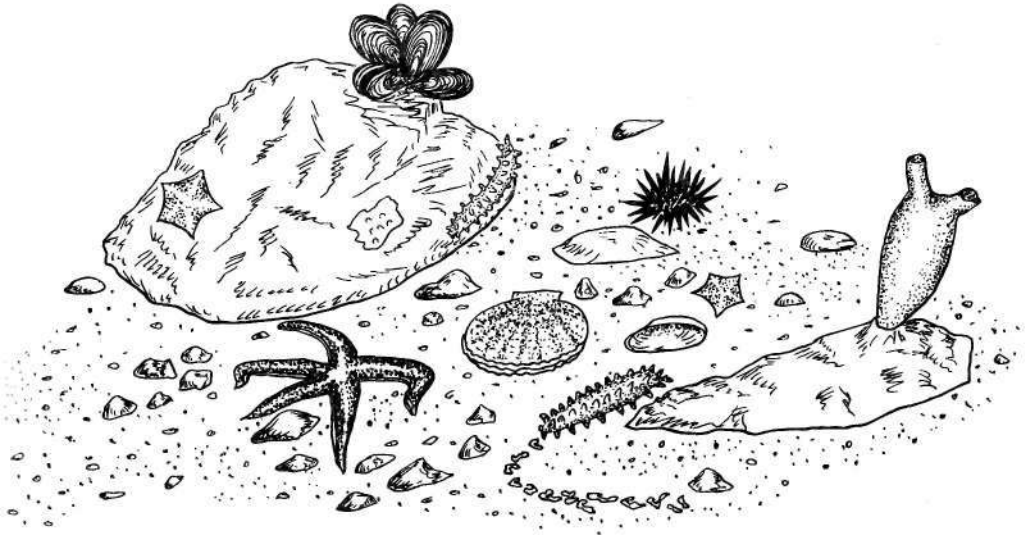
Фрактум

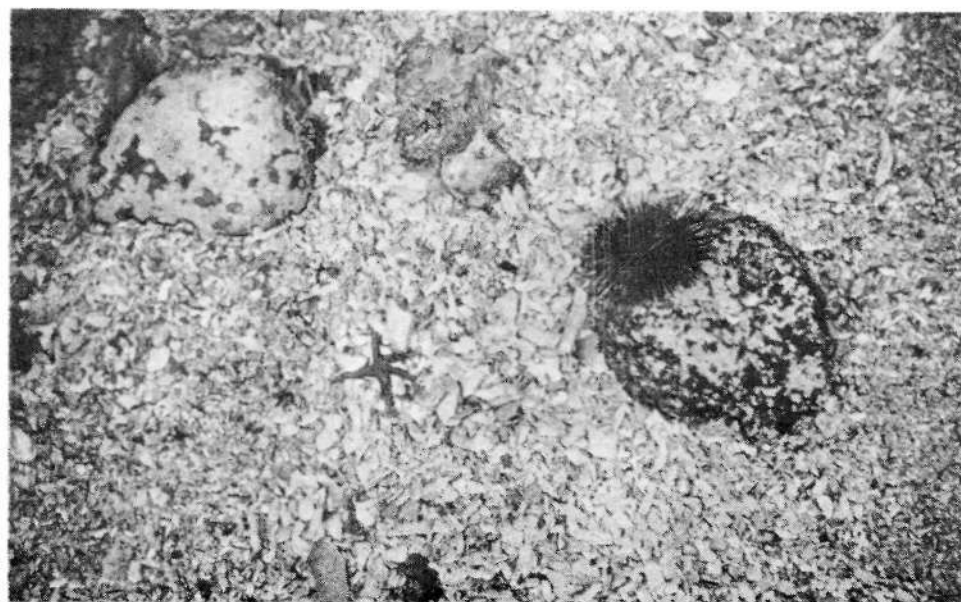
Фрактум (от лат. *fractum* — ломать, разбивать, дробить, растерзывать). Название дано из-за сложности, пестроты, раздробленности, мозаичного характера распределения всех важнейших компонентов ландшафта — литологии, биоты и следов жизнедеятельности животных.

Фрактум распространен в виде полос на участках дна глубиной 5—10 м с небольшим равномерным уклоном, шириной 20—150 м. Грунт во фрактуме галечно-валунный с песчаными прогалинами (рис. 79—83). Местами встречаются небольшими линзами скопления пустых раковин двустворок и отдельные глыбы (рис. 84). Промежутки между крупно-обломочным материалом могут быть заполнены илистыми частицами (рис. 85—86).

В зимнее время дно покрыто слоем подвижного наилка толщиной до 1—2 см. На скоплениях крупных обломков горных пород часто находятся друзы мидий поперечником до 30—40 см. На мидиях и обломках пород нередко прикрепляются бугорчатые и пурпурные асцидии (рис. 87, см. рис. 83). На песчаных прогалинах встречаются одиночные мидии или модиолусы, погруженные в песок. Зимой среди раковин и камней можно наблюдать густые скопления полихет, чьи трубочки диаметром до 2 мм образуют густые щетки высотой до 2—3 см (рис. 88—89). Длиннолучевые звезды концентрируются группами по 5—6 шт., нередко накладываясь друг на друга в несколько слоев (рис. 90—92). Летом эти звезды во фрактуме не создают скоплений и располагаются поодиночке. Патирии образуют пятнистые скопления в местах концентрации детрита, и их распределение мало меняется от сезона к сезону (см. рис. 81, 86).

На камнях, обросших известковыми водорослями (рис. 93, см. рис. 84, 87), в описываемом ландшафте обычно присутствие черных и серых





80. Морские звезды *Distolasterias nipon* и *Patiria pectinifera*. Валуны покрыты корками и щетками известковых водорослей

81. Звезды *Patiria pectinifera* и *Lethasterias fusca* на грунте, состоящем из обломков ракуши, крупного песка и дресвы. Отдельные валуны покрыты корками известковых водорослей. На одном из них сидит еж *Strongylocentrotus nudus*



82. Морские звезды *Patiria pectinifera* среди валунов, покрытых корками известковых водорослей и *Ulva*



83. На грунте видны пучки зеленых водорослей *Acrosiphonia sonderi*, дальневосточный трепанг *Stycheopus japonicus*, водоросли *Ulva*

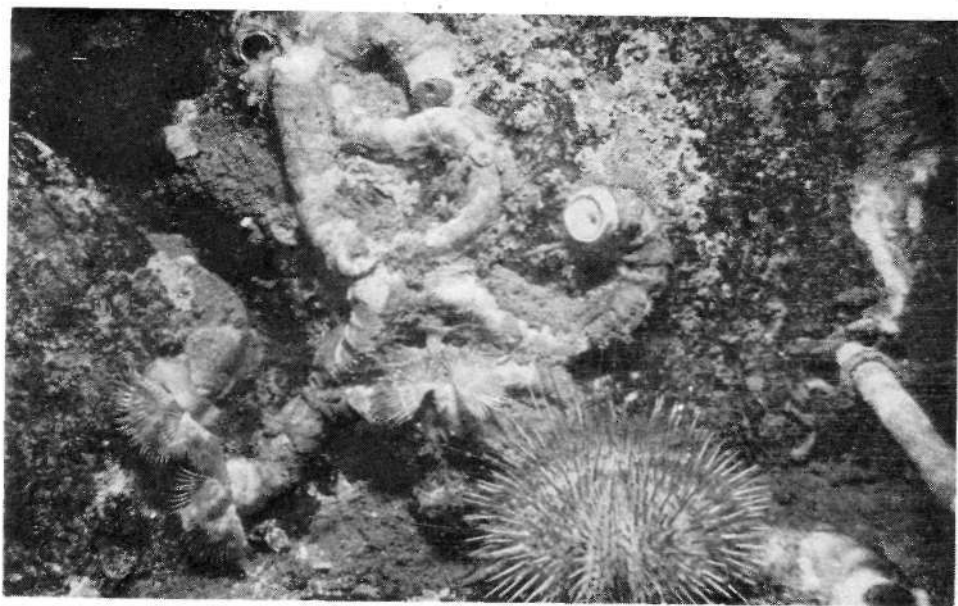


84. На каменистом грунте хорошо видны «колбаски» экскретов трепанга. Между камнями, покрытыми корками известковых водорослей, заметно отверстие диаметром около 2 см
85. Звезда *Distolasterias nipon*. В центре снимка — отверстие, предположительно убежище эхиуриды. Стенки отверстия армированы обломками раковин. Видна часть створки приморского гребешка, обрывки морских трав. Хорошо видны кожные трубки полихет диаметром 3—5 мм

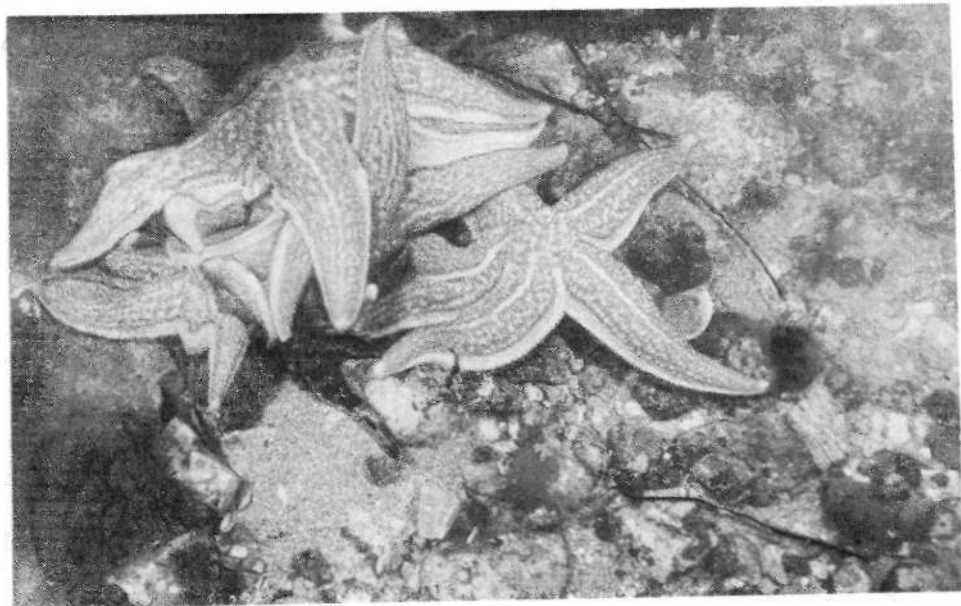


86. Звезды *Patiria pectinifera*, *Aphelasterias japonica* на грунте, покрытом слоем наилка. В понижениях между камнями видны цилиндрики экскретов

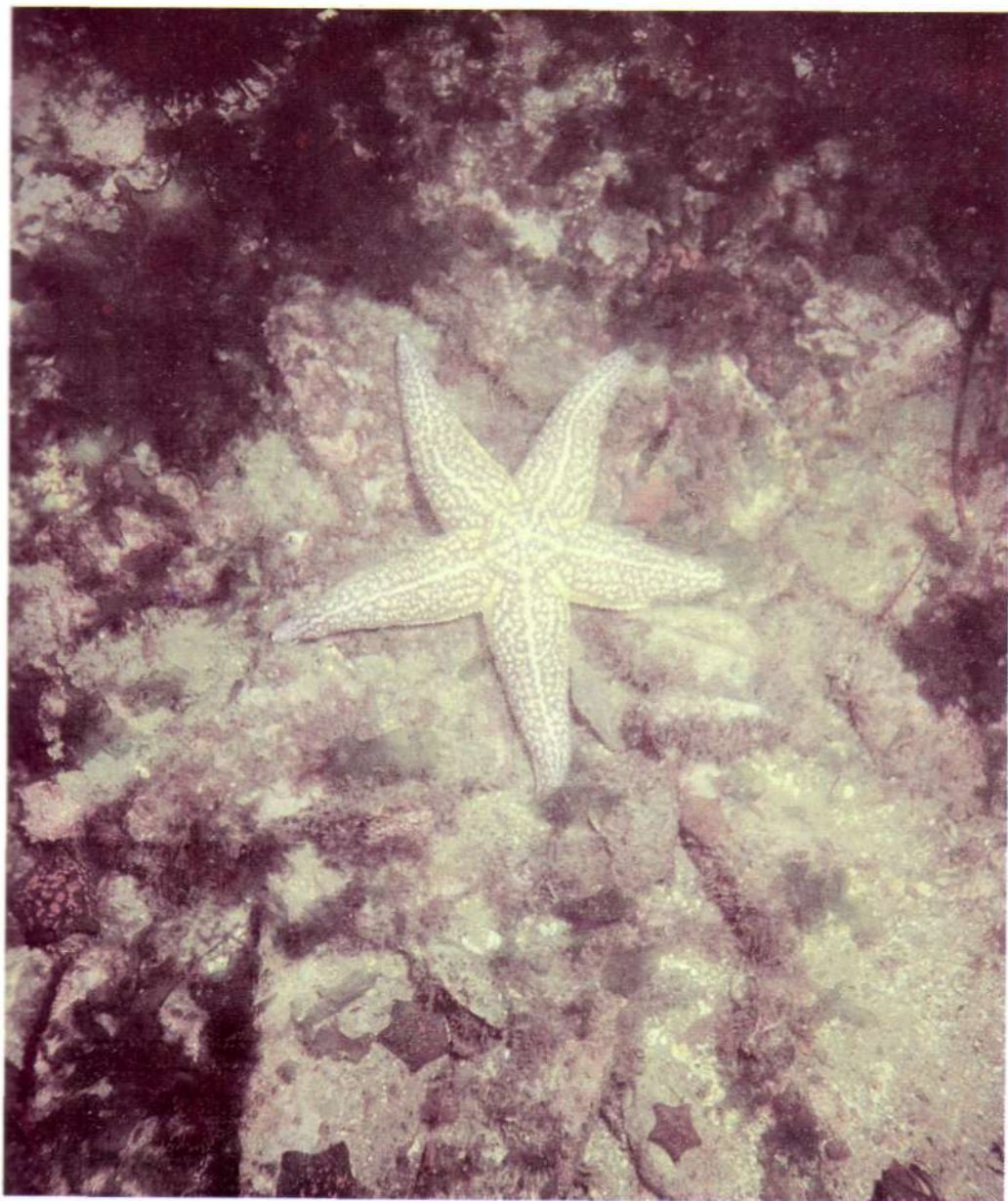
87. Асцидия *Halocynthia aurantium*; на валунах, покрытых пятнами корок известковых водорослей, расположились ежи *Strongylocentrotus nudus*. Дальневосточный трепанг на грунте, сложенном обломками раковин и целыми створками



88. На грунте, покрытом экскрементами в виде цилиндров, тонких жгутов и обрывками зостеры, видна створка молодого гребешка *Patinopecten yessoensis*. Из грунта торчат кожистые трубки полихет
89. На поверхности валуна — полихета *Bispira polymorpha*, рядом с ней — еж *Strongylocentrotus intermedius*



90. Скопления звезд *Asterias amurensis*, у основания которого видны лучи *Lethasterias fusca*. В левой части снимка темными пятнами выделяются комки водорослей
91. Звезды *Distolasterias nipon*, *Patiria pectinifera*, *Lethasterias fusca*, еж *Strongylocentrotus nudus*. В виде спиралевидной воронки — кладка гастроподы



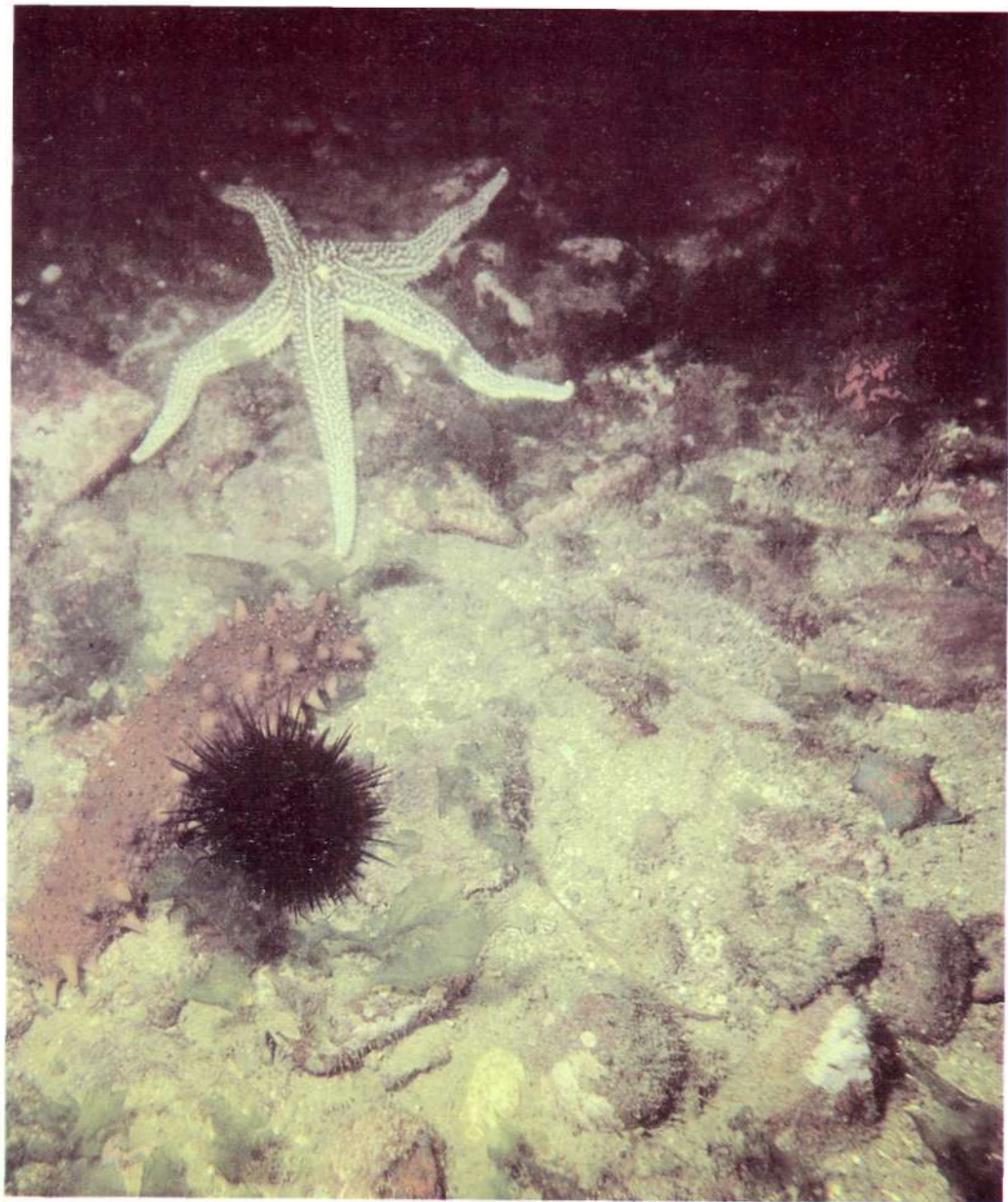
92. Звезды *Patiria pectinifera* и *Asterias amurensis*



93. Между валунами, покрытыми известковыми водорослями, расположена звезда *Asterias amurensis*



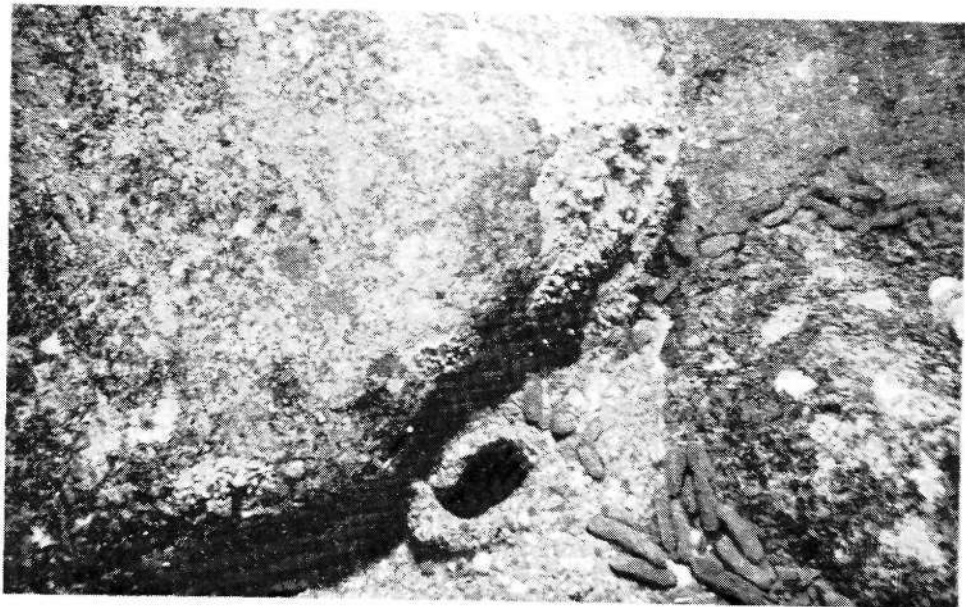
94. На грунте, покрытом комками водорослей и обрывками zostеры, расположились ежи *Strongylocentrotus intermedius* с листовыми пластинками морских трав на иглах



95. На выходе скальной породы — еж *Strongylocentrotus nudus*, дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus*, рядом — звезда *Distolasterias nipon*



96. Отверстия в грунте, служащие убежищами для животного-эндобионта



97. Под валуном, покрытым корками известковых водорослей, -отверстие убежища предположительно эхиуриды, и экскреты в виде цилиндриков уоежища,

ежей и трепанга (рис. 94, см. рис. 86). Причем скопления трепанга плотные, до 3—4 экз. на 1 м² (рис. 95, см. рис. 87).

Активная жизнедеятельность донных организмов сильно видоизменяет поверхность дна. Здесь есть кратеры и отверстия в грунте диаметром 2 - 3 см, со стенками, армированными обломками раковин (рис 96 97 см. рис. 85, 93), видны звездообразные углубления, вырытые длинноручевыми звездами, и много фекальных выделений трепанга и других организмов (рис 98, 99). Весной во фрактуме встречаются спиралевидные кладки гастропод (см. рис. 92).

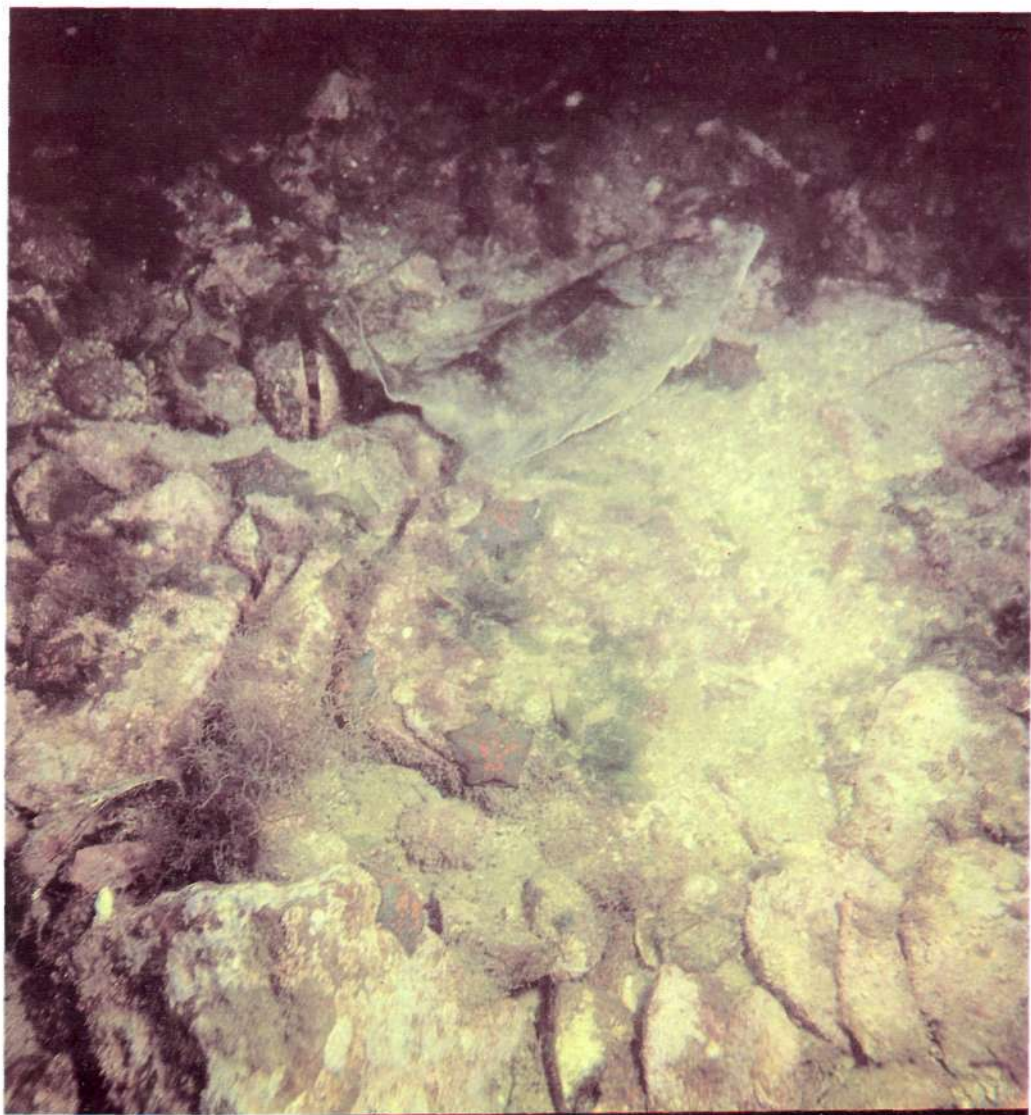
Диагноз: рельеф сложный, уклон слабый, грунт кольматированный с ячеистым скелетом с биоподвижными и бионеподвижными элементами Зообентос: эктобионты экзофаги, эпи- и эндофаги, эндобионты экзофаги Вистигивитные признаки: кратеры, отверстия, экскреты. Фитобентос корки, заросли.

Сегетий

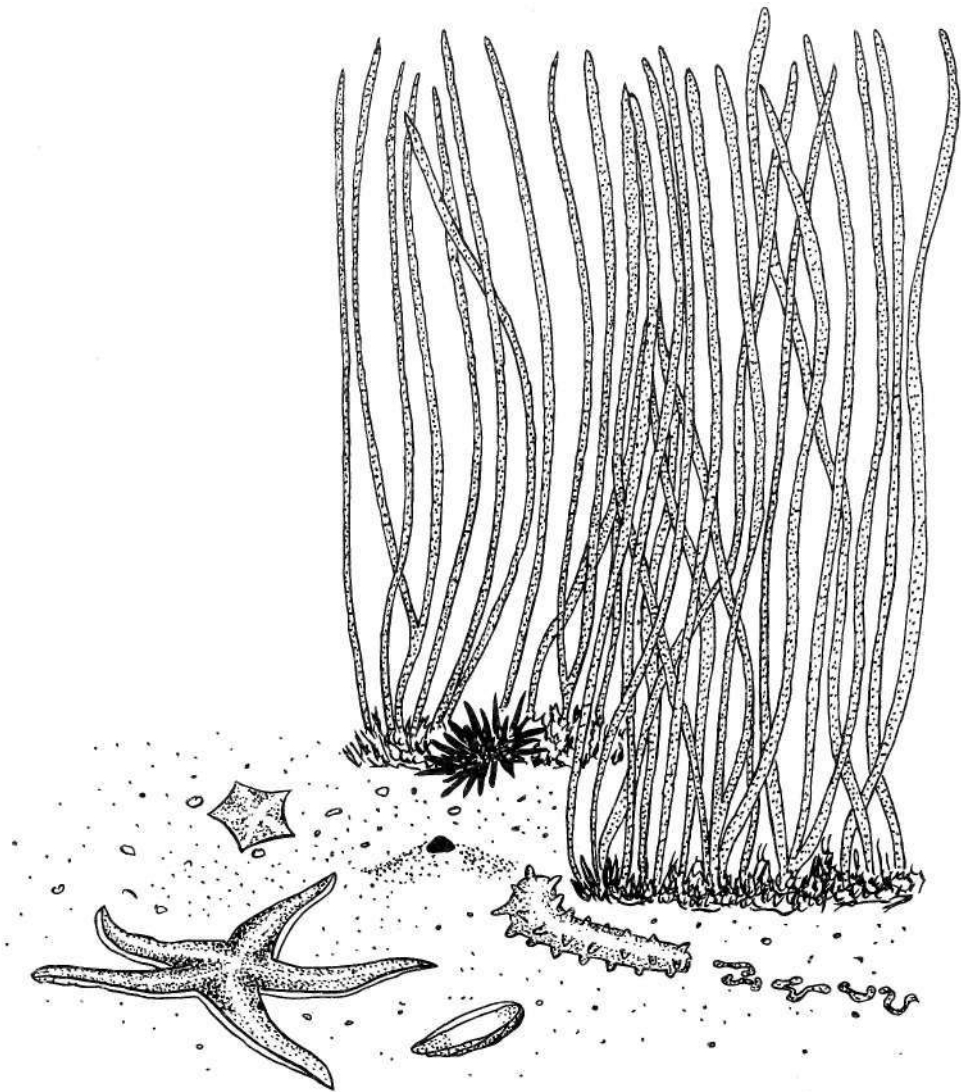
Сегетий (*от лат. segetis - хлеб на корню, нива*). Ландшафт назван из-за внешнего сходства с хлебной нивой, когда морские травы образуют заросли на ровной поверхности дна (рис. 100). Сегетий распространен на мелководных участках дна с небольшим уклоном глубиной 2—5 м сложенных песчаными фракциями осадков (рис. 101), в защищенных от интенсивного волнового воздействия местах побережья. Иногда дно сложено илисто-песчаными отложениями. Обычно это кутовые части заливов и закрытых бухт. На песчаном дне часто встречаются скопления ракуши



98. Приморский гребешок во фрактуме — обычное явление



99. Камбала во фрактуме имеет характерную пятнистую окраску

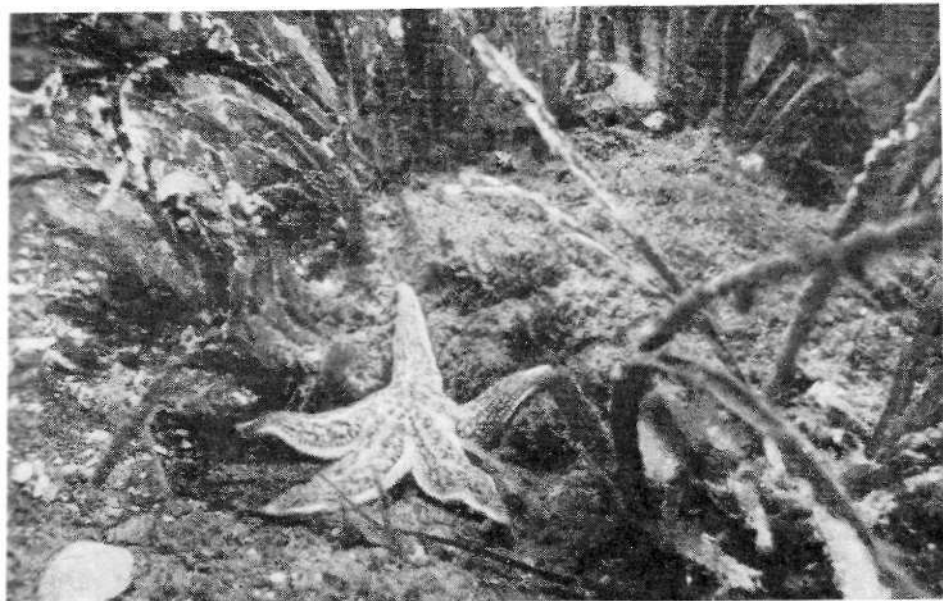


100. Сегетий

(рис. 102—104) и отдельные обломки горных пород. Зостера расселена куртинами диаметром от 0,5 до 2 м и высотой до 1,5 м (рис. 105—106). Местами эти куртины срастаются в значительные массивы поперечником в 10 м и более, которые прорезаны песчаными каналами. У подножия куртин зостеры обычно можно обнаружить друзы мидий и прикрепленных к камням или раковинам асцидий, чаще всего бугорчатых. Редко встречаются пурпурные асцидий. В песчаных коридорах и на внешней приглубой



101. Заросли zostеры на мелкозернистом песке, изрытом зарывающимися организмами



102. Звезда *Asterias amurensis*, в зарослях *Zostera marina*. Дно и пластины зостеры покрыты наилком

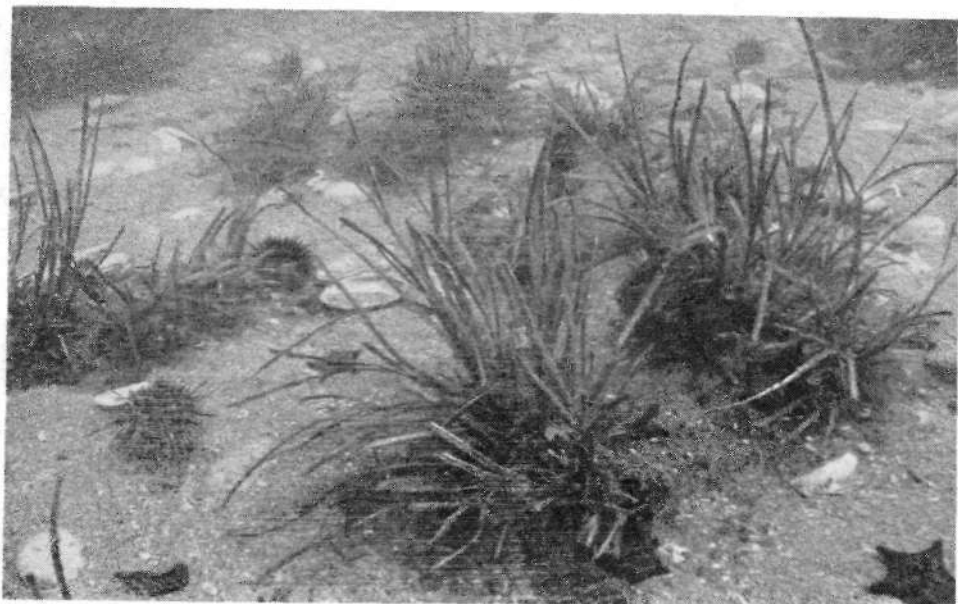
103. Заросли *Zostera marina*. На ракушечнике, состоящем преимущественно из створок *Callista brevisiphonata*, Муа и других моллюсков, — звезда *Patiria pectinifera*. В левой части снимка — водоросль *Ulva fenestrata*



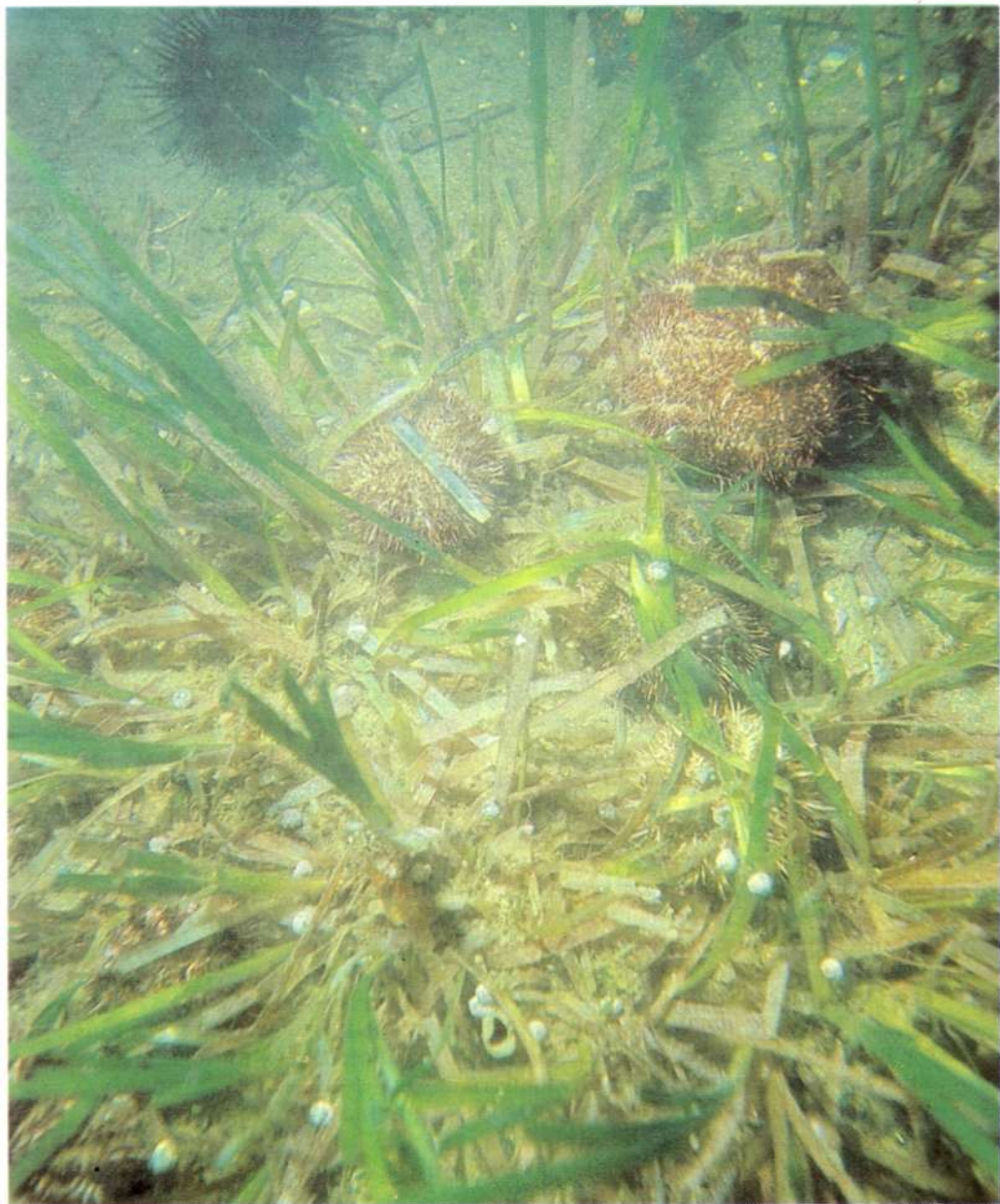
104. Фрагменты раковин двустворок у основания зарослей зостеры



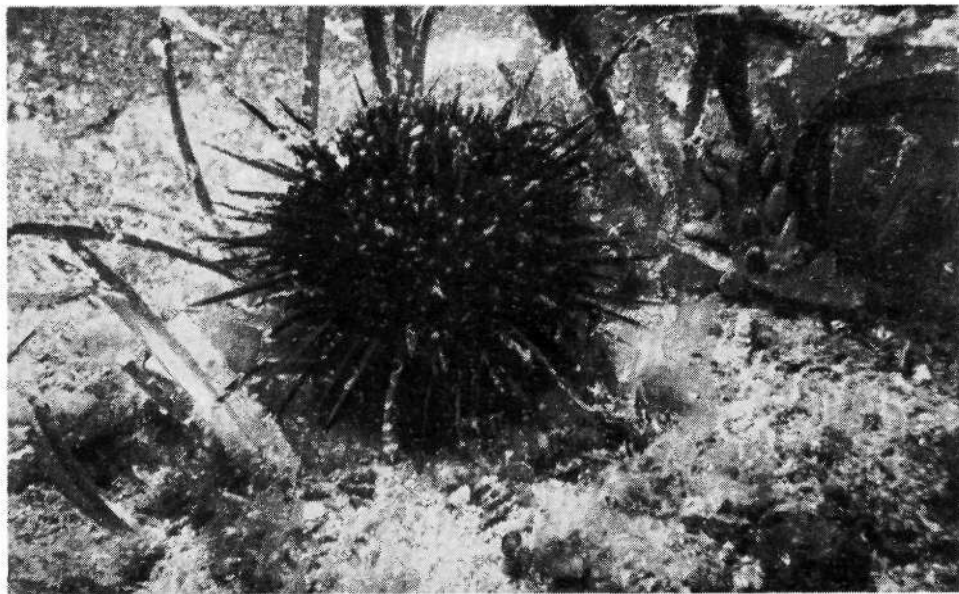
105. Плотное поселение zostеры



106. Отдельные куртины зостеры морской *Zostera marina*, у основания которых и между ними расположились звезды *Patiria pectinifera*, морские ежи *Strongylocentrotus purpuratus*. Хорошо видны целые раковины и отдельные створки моллюска *Callista brevisiphonata*
107. Отверстие в грунте диаметром 1,5—2 см. В левой нижней части снимка — морская звезда *Aphelasterias japonica* среди разлагающихся листовых пластинок зостеры



108. Среди zostеры морской *Zostera marina* — гребешковая патирия и ежи *Strongylocentrotus nudus* и *Strongylocentrotus intermedius*



109. Морской еж *Strongylocentrotus nudus*. На его иглах и на грунте хлопья наилка

кромке зоны сегетия, а также на границе сегетия с гравийно-щебеночными отложениями фрактума встречаются приморские гребешки. В сегетии на свободном от зоостеры песчаном дне иногда видны волновые рифели, расположенные параллельно береговой линии, и часто встречаются «кратеры» с осевыми каналами, армированными обломками раковин (рис. 107). У основания куртин морских трав и в песчаных проходах обитает трепанг, плотность популяции которого может достигать 5 шт. на 1 м². Правильные ежи и их скелеты в изобилии встречаются в сегетии (рис. 108—109, см. рис. 105). Звезды патирии равномерно расположены на песчаных прогалинах, образуя скопления у основания куртин (см. рис. 106). Серая колючая и амурская звезды обычны в этом ландшафте (см. рис. 102).

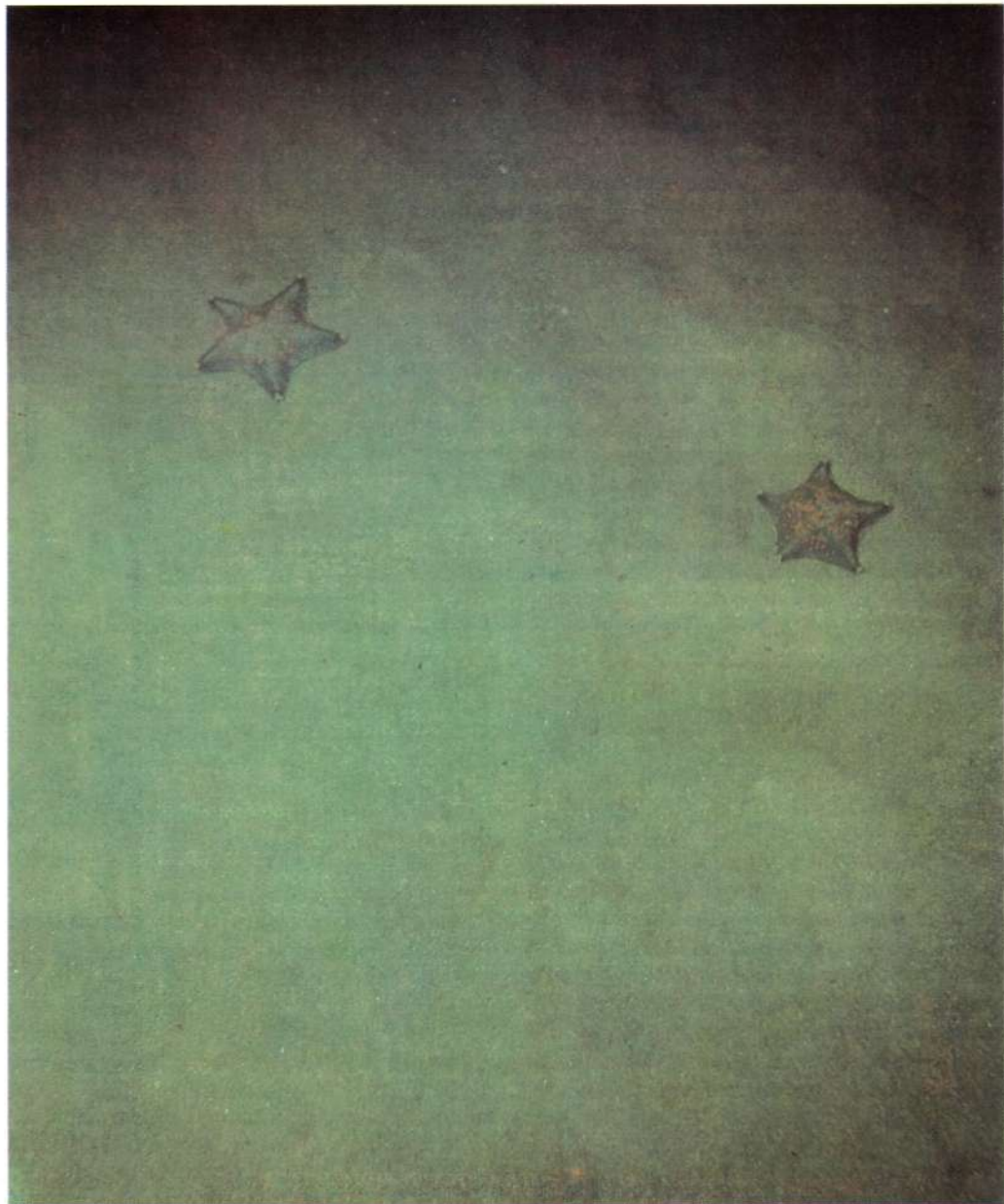
Диагноз: рельеф сложный, уклон слабый, грунт кольматированный с ячеистым скелетом, с биоподвижными и бионеподвижными элементами. Вистигивитные признаки: несущественные. Зообентос: эктобионты эпифаги, экзофаги. Фитобентос: куртины и заросли морских трав.

Ареноид

Ареноид (от лат. *arena*—песок). Название дано по сходству этой подводной местности с ровной площадкой, покрытой песком. Ареноид распространен в виде узкой полосы шириной 10—30 м на глубине 3—8 м вдоль побережий закрытых и полузакрытых бухт или в виде пятен и обширных пространств на дне открытых бухт до глубин 17—20 м. Дно светлое. Грунт песчаный с включениями раковинного детрита, дресвы и створок



110. Ареноид с полуразвитыми рифелями



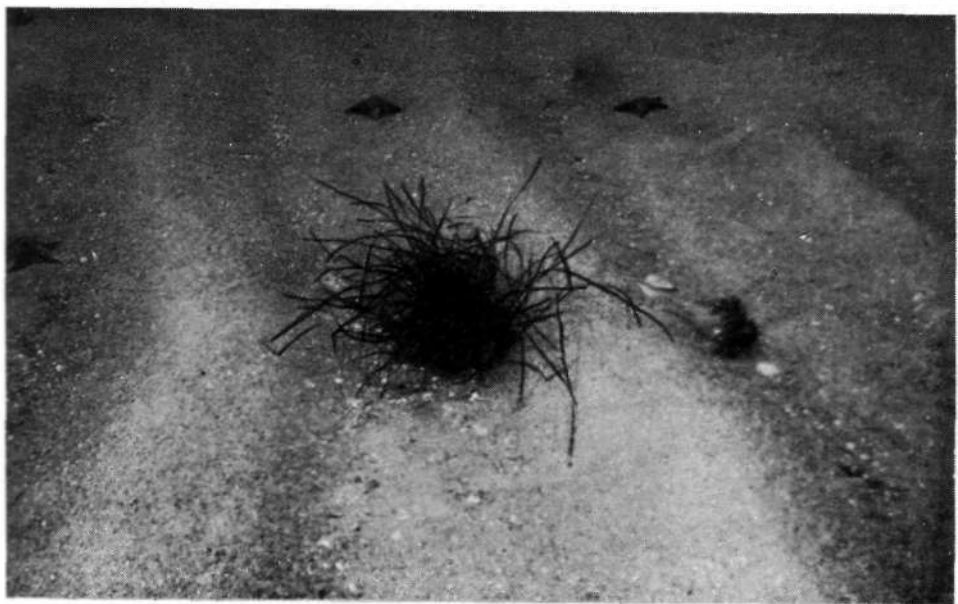
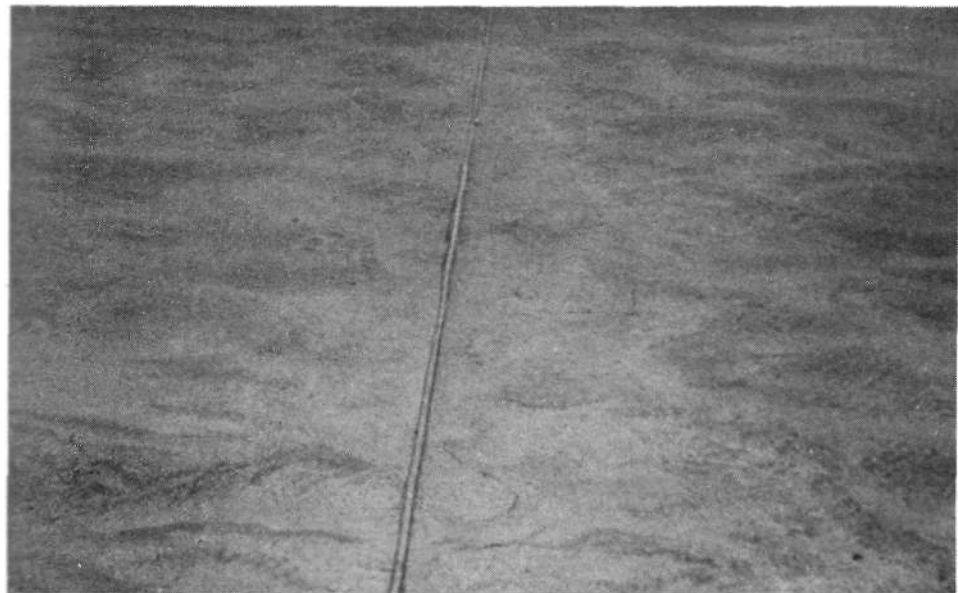
111. Гребешковая патирия *Patiria pectinifera* среди песчаных рифелей



112. Многочисленные звезды *Patiria pectinifera*, камбала и слоевица *Ulva* в ареноиде



113. Ежи *Strongylocentrotus nudus* и многочисленные звезды *Patiria pectinifera* на песчаном дне между створками раковин *Callista* sp.

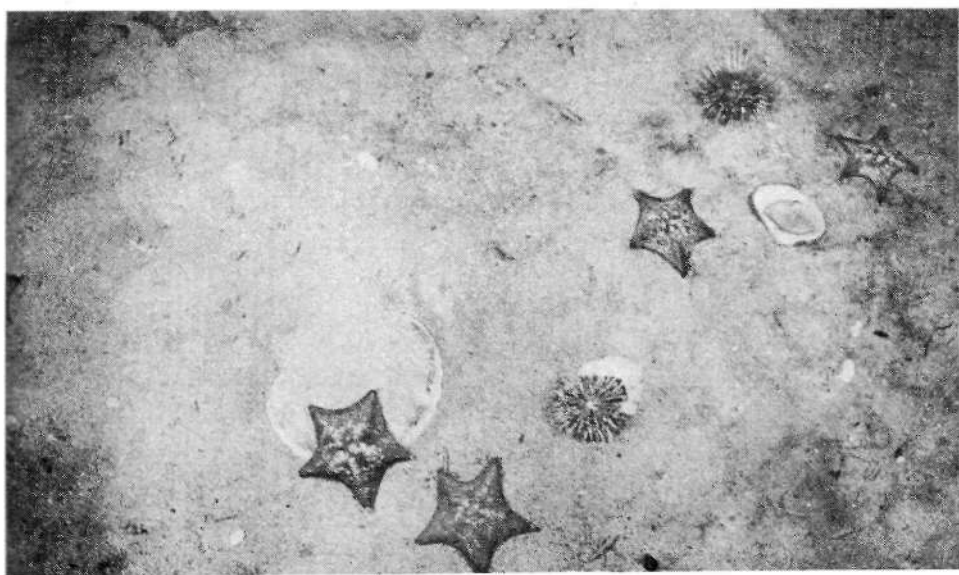
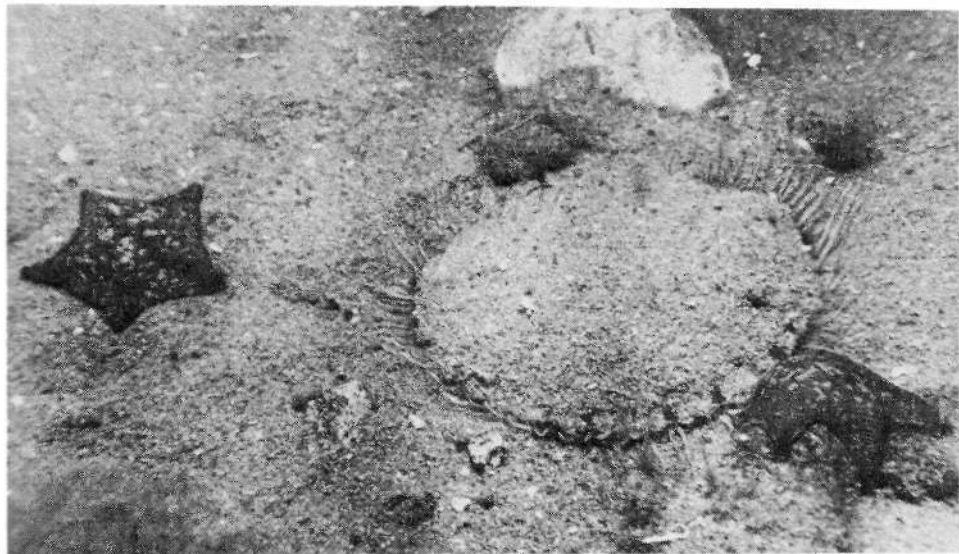


114. Песчаная равнина с замытыми следами ряби, по которой проложена веревка трансекты. Грунт — среднезернистый песок
115. На песчаном дне с хорошо выраженной волновой рябью разбросаны звезды *Patiria pectinifera*. В ложбинах рифелей скапливаются более крупные частицы грунта, обломки и створки раковин. В центре снимка — морская трава *Zostera* sp.



116. В ложбине между рифелями на скоплении створок раковин и разлагающихся листовых пластинах зостеры расположились ежи *Strongylocentrotus intermedius*, дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus* и звезда *Patiria pectinifera*. В центре снимка — камбала, а в правом нижнем углу видна кладка моллюска *Natica*

117. На песчаном дне — скатанные волнами валики из морской травы



118. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis*, лежащий в углублении и присыпанный песком, рядом с ним — гребешковые патирии *Patiria pectinifera*. Белыми пятнами выделяются створки раковин в грунте. В верхней правой части снимка видно отверстие в грунте диаметром около 2 см
119. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis* в окружении звезд *Patiria pectinifera* и ежей *Strongylocentrotus intermedius*. На грунте, покрытом тонким слоем наилка, заметны цилиндрические экскреты и отверстия в грунте диаметром 1,5—2 см



120. Еж *Strongylocentrotus nudus*, звезды *Patiria pectinifera* и отдельные комки водоросли *Ulva*



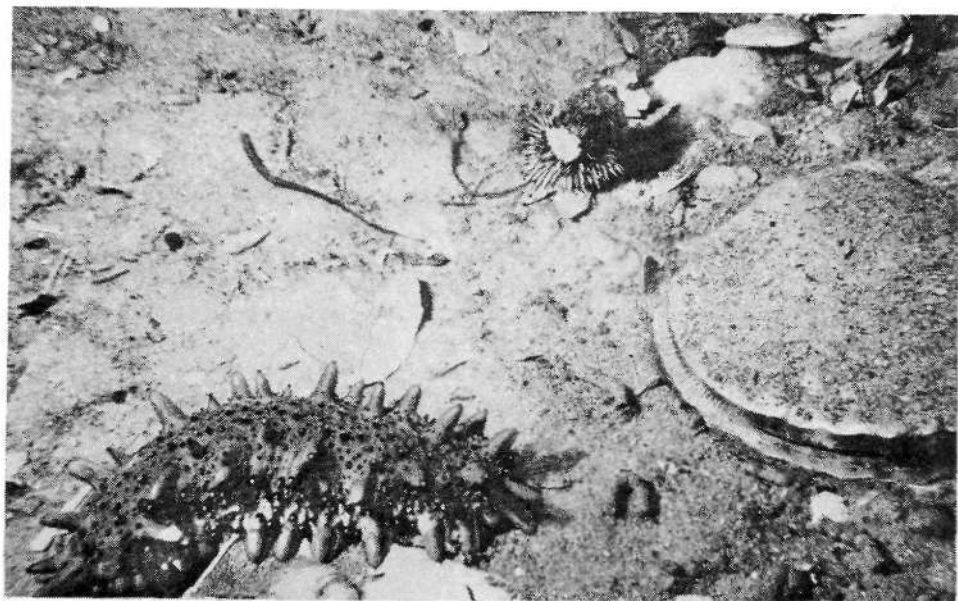
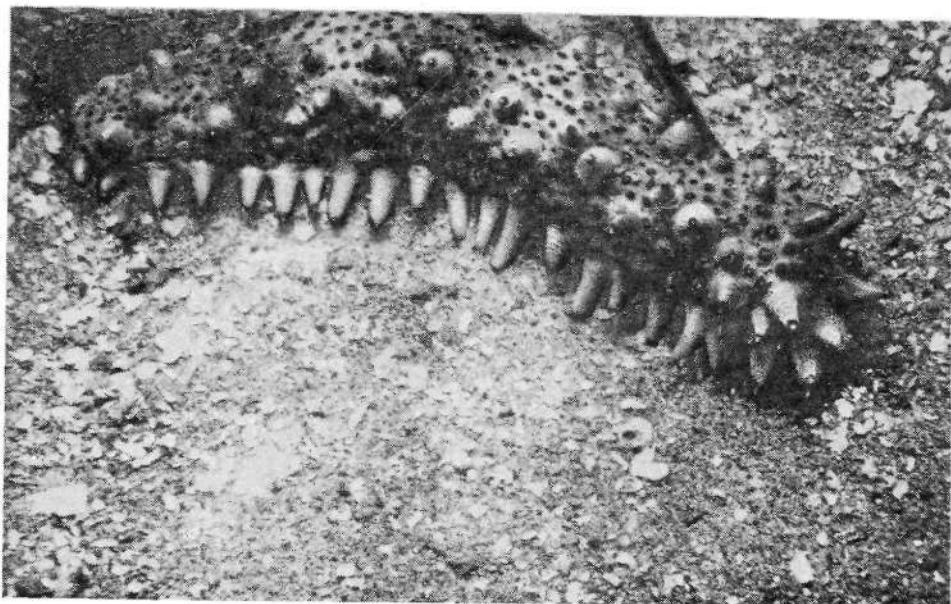
121. Скопление звезд *Patiria rectinifera* и листовые пластины zostеры на песчаном дне



122. Морская звезда *Distolasterias pipon* на дне, сложенном ракушечным и песчаным материалом



123. На обломках раковин двустворок скопление ежей *Strongylocentrotus pulchellus*, рядом с ежами — приморский гребешок *Patinopecten yessoensis*. Мелкие отверстия в грунте, вероятно, принадлежат полихетам
124. Друза мидий *Crenomytilus grayanus*, являющаяся центром прикрепления асцидий *Halosynthia aurantium* и гребешка Свифта *Swiftopecten swifti*. Друза покрыта многочисленными ежами *Strongylocentrotus pulchellus* и звездами *Patiria pectinifera*. У основания ее кукумария *Cucumaria japonica*, рядом — звезда *Distolasterias nipon*

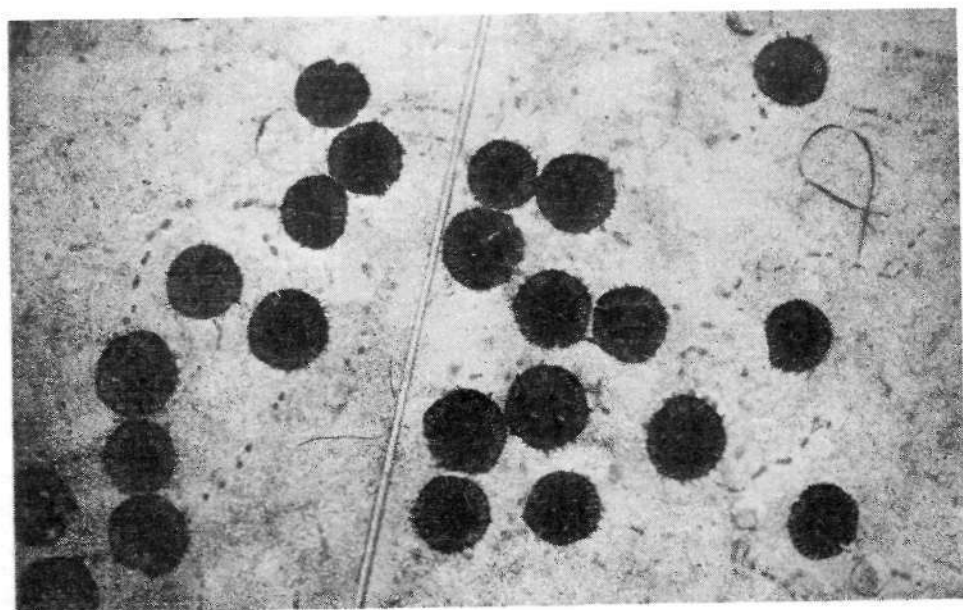


125. Дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus*

126. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis* в окружении гребешковой патирии *P. pectinifera*, ежа *Strongylocentrotus pulchellus*, трепанга *Stichopus japonicus*.
На грунте среди обломков раковин хорошо заметны экскременты трепанга

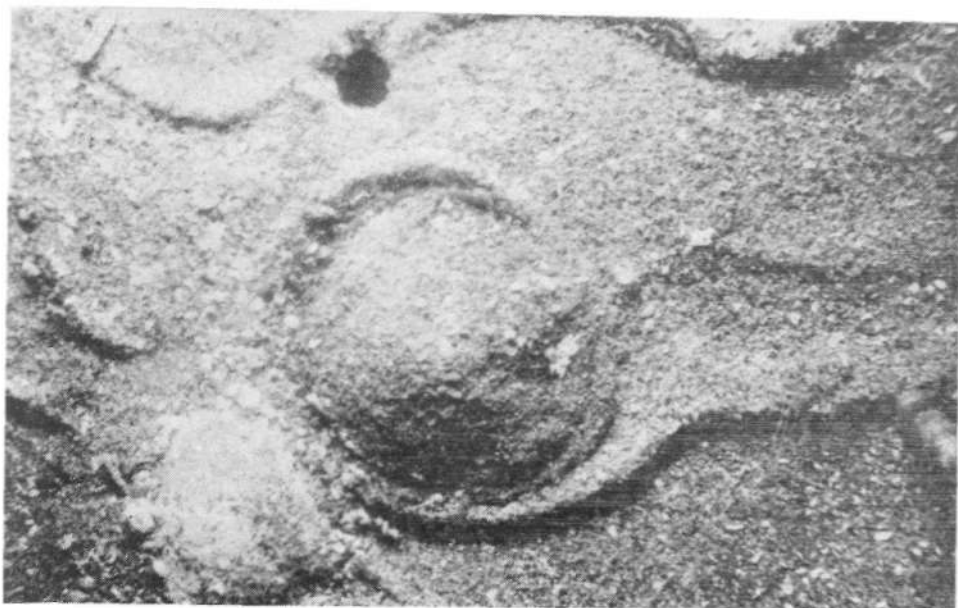


127. Среди раковин двустворок и их обломков дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus*, многочисленные звезды *Patiria pectinifera*



128. Мелкие отверстия в грунте диаметром 3—5 мм, тонкие цилиндрики экскретов и характерный фекальный след трепанга

129. Скопления ежей *Echinarachnius griseus* на полигоне, по которому проложена трансекта. Пунктирные линии из экскрементов ежей указывают на пути их перемещения



130. На дне, сложенном песчаным и ракушечным материалом, хорошо выделяется след ползущего плоского ежа *Echinarachnius griseus*. Отверстие в песке в верхней части снимка, по-видимому, убежище эхиуриды

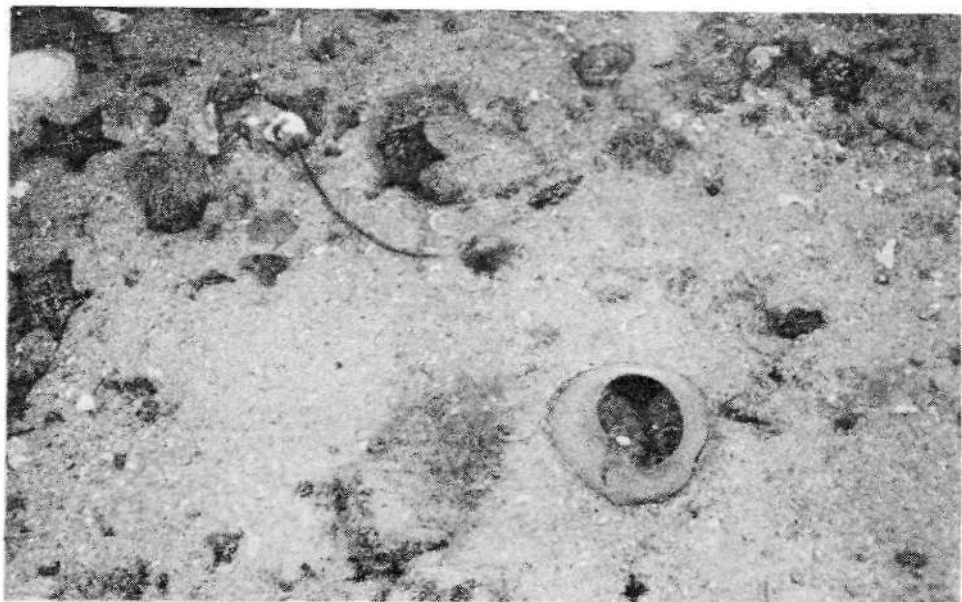
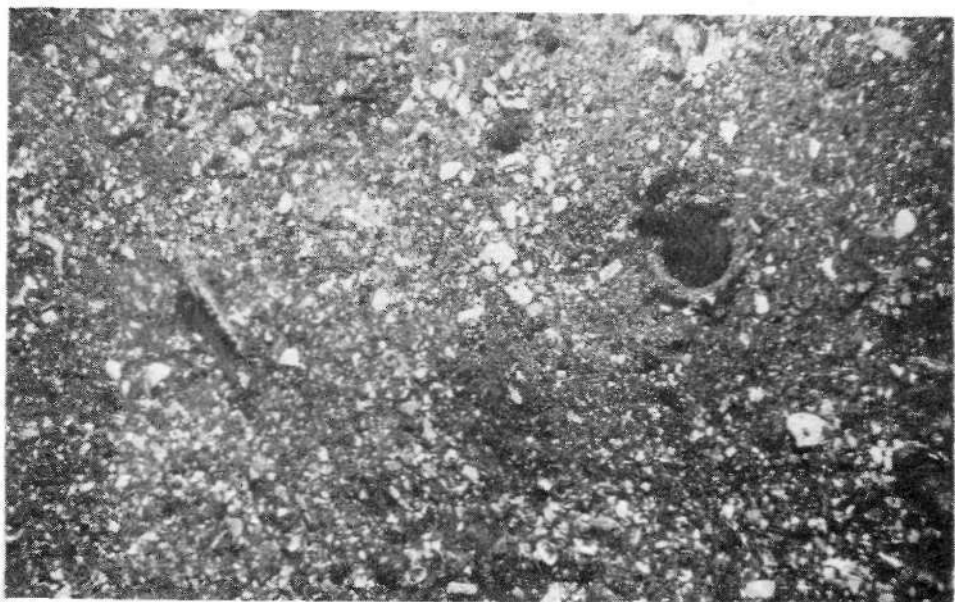
131. След на песке принадлежит плоскому ежу *Echinarachnius griseus*



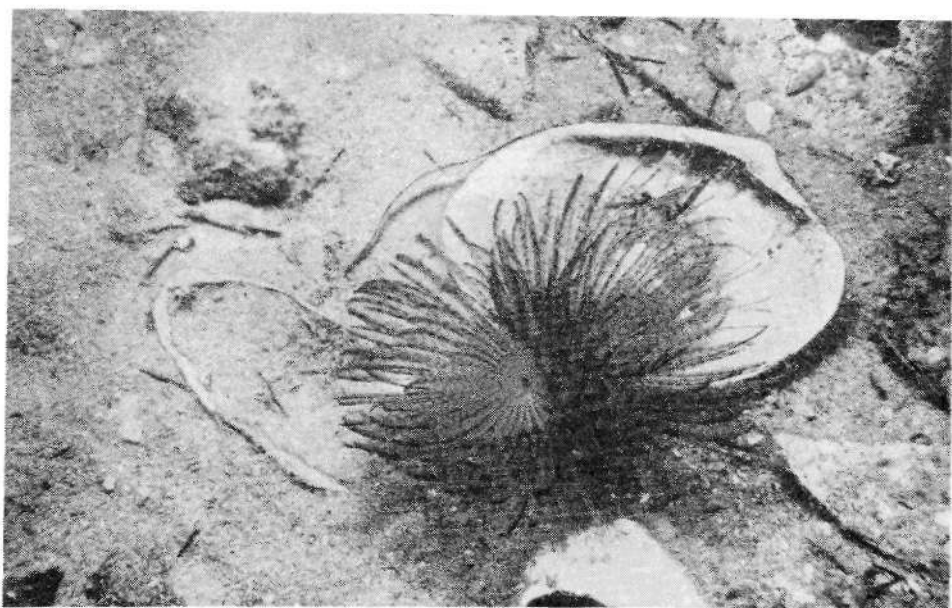
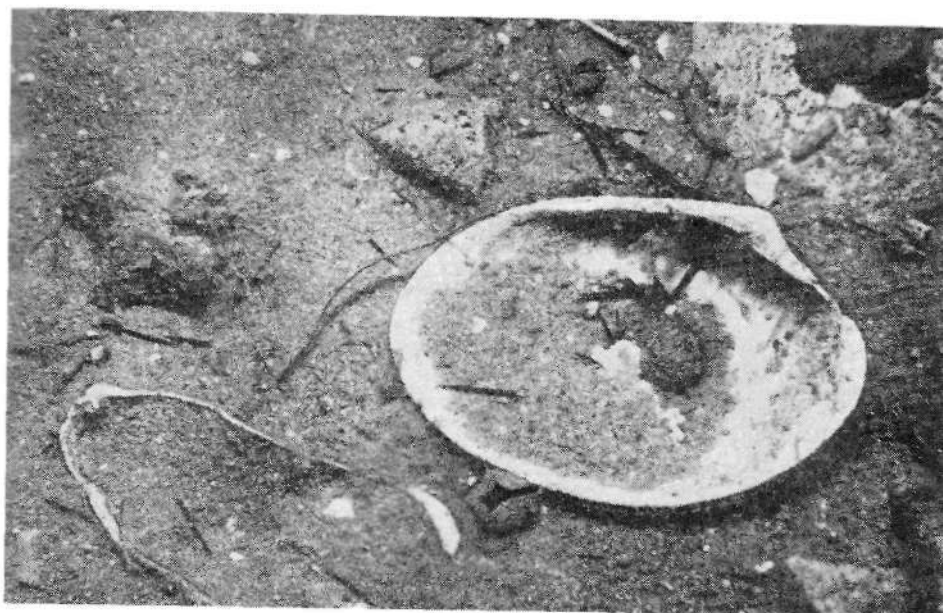
132. Панцирь сердцевидного ежа, створки раковин и цилиндрики экскретов на песчаном дне прикрыты бурой водорослью десморестией
133. Коническое возвышение с отверстием на вершине, ограниченном буртиком, вероятно, убежище эхиуриды. Хорошо заметны следы биотурбации — грунт у отверстия отличается по цвету и крупности от окружающего осадка. В левой части снимка — звезда *Patiria pectinifera*



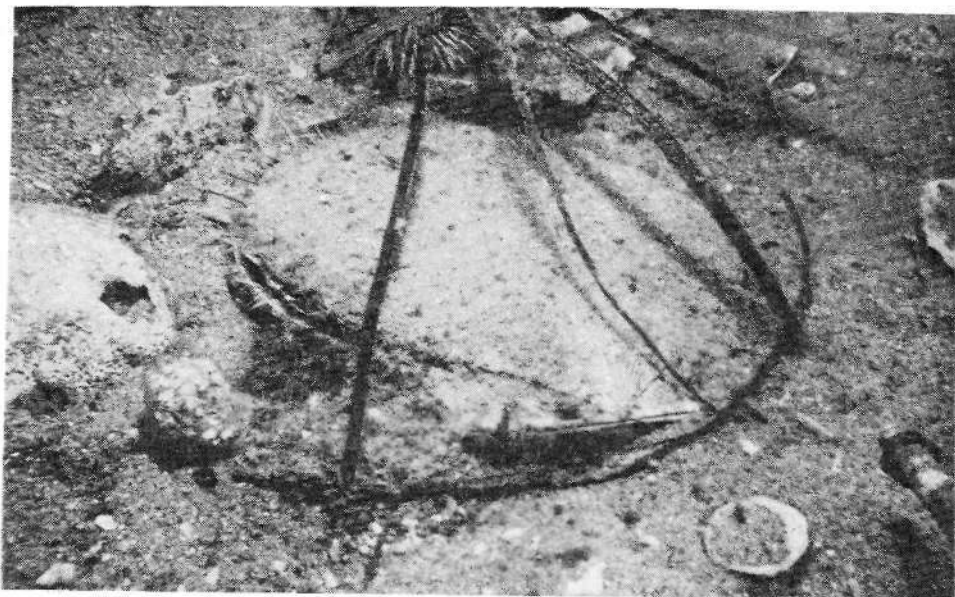
134. Иной ракурс изображения на рис. 133



135. Отверстие в песке с буртиком и неосыпающимися стенками диаметром около 2 см. Предположительно это убежище эхиуриды
136. Кладка гастроподы *Natica* и звезды *Patiria pectinifera*. На дне видны отверстия и цилиндрики экскретов



137. Напуганная фотосъемкой полихета втянула жаберный венчик, после чего хорошо стало видно ее кожистую трубку
138. На песке среди раковин двустворок в центре снимка — жаберный венчик полихеты



139. Листовые пластинки зостеры на приморском гребешке *Patinopecten yessoensis*. Морской еж *Strongylocentrotus nudus*
140. Ежи *Strongylocentrotus pulchellus*, сгруппированные вокруг приморского гребешка, к верхней створке которого прикреплена красная водоросль и предположительно асцидия. В отдалении видна звезда *Patiria pectinifera*



141. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis*, на верхней створке которого еж *Strongylocentotus pulchellus*. На иголках ежа и в песке видны обломки и целые створки моллюсков

142. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis* на поверхности грунта и в углублении, созданном фильтрационной деятельностью



143. На дне, сложенном песчаным и ракушечным материалом, звезды *Patiria pectinifera*, приморский гребешок *Patinopecten yessoensis* и морской еж *Strongylocentrotus pulchellus*
144. Приморский гребешок *Patinopecten yessoensis*, звезды *Patiria pectinifera* и ежи *Strongylocentrotus pulchellus* на песчаном дне с большим содержанием обломков и целых раковин двустворок



145. Звезды *Patiria pectinifera* и *Distolasterias pipon* в ареноиде



146. Камбала на песчаном дне рядом с проложенной веревкой

мертвых моллюсков, достигающих иногда значительного количества — до 50% (рис. 110—114). Ареноид по аналогии с домифорными ландшафтами представляет собой группу фаций с различными комбинациями песчаных осадочных фракций, различным содержанием раковинного материала и наличием алеврита, отличающимися по некоторым биотическим и гидродинамическим показателям. Однако на настоящий момент работа по дифференциации аренатных ландшафтов не закончена.

Ареноид находится в зоне активного гидродинамического воздействия как ветрового волнения, о чем свидетельствуют волновые рифели на дне (рис. 115), так и придонных течений. В ложбинах между рифелями скапливается раковинный материал и более крупный обломочный материал (рис. 116, см. рис. 111). Волновые движения воды могут скатать в валики обрывки водорослей и трав, образовав своеобразную сеть на дне (рис. 117). Ареноид наиболее типичен для природных популяций приморского гребешка, плотность которого может достигать 10 экз. на 1 м² (рис. 118—120). Типична для каждого ландшафта звезда патирия которая равномерно распределяется по площади плотностью от нескольких экземпляров до десятков на 1 м² (рис. 121, см. рис. 113). Длинноручевые звезды равномерно распределяются по дну со средней плотностью 1 шт. на 10—20 м² (рис. 122). Правильные ежи скапливаются обычно в ложбинах между рифелями (рис. 123), или единичные экземпляры неравномерно расположены на дне. На единичном обломке горной породы можно встретить небольшую друзу мидий, пурпурную асцидию и даже гребешка Свифта (рис. 124). Трепанги в этом ландшафте не образуют плотной популяции, однако единичные экземпляры и их экскреты встре-

чаются, что можно увидеть на рис. 125—128. В ареноиде часто встречается камбала (см. рис. 116, 125). В хорошо сортированных песках обитают ежи, располагаясь на поверхности грунта буквально один к одному (рис. 129) или в толще осадка, оставляя на поверхности хорошо видимые следы от своих перемещений (рис. 130—131). О наличии сердцевидных ежей можно судить по их скелетам, вымытым из осадка (рис. 132). При постепенном переходе ареноида к домиформным ландшафтам в грунте становится больше алевролита и появляются илестые частицы. В такой ситуации в грунте возникают отверстия диаметром до 3 см со складчатым буртиком по краям (рис. 133—135), трубки и венчики полыхет, весной в ареноиде встречаются спиральные упругие кладки животных (рис. 136—138).

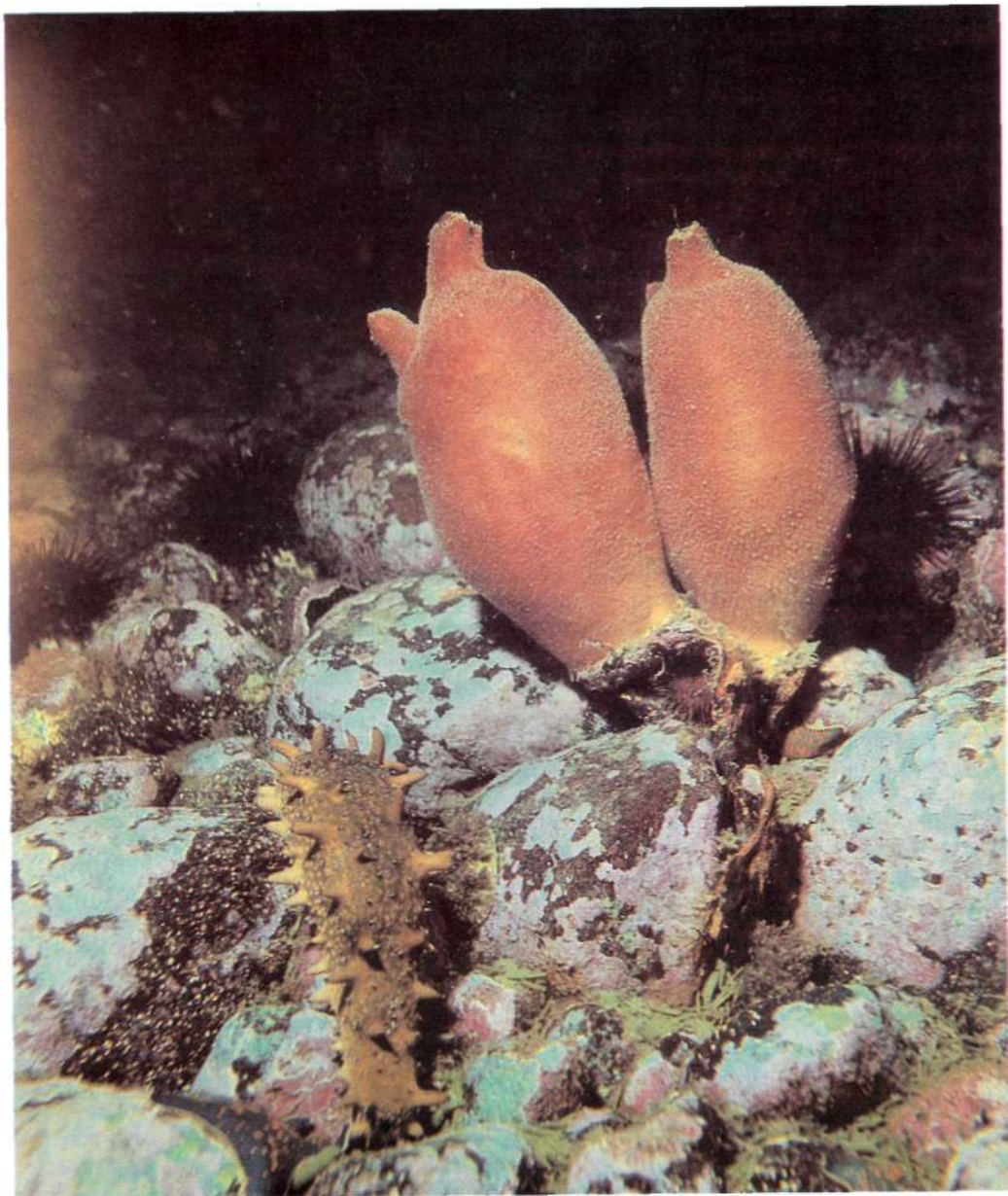
Диагноз: рельеф сложный, уклон слабый, грунт с биоподвижным ячеистым скелетом скелетной фазы. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги, эпи- и эндофаги. Вистигивитные признаки: несущественные. Фитобентос: несущественный (рис. 139—146).

Пельтий

Пельтий (от лат. *peltarum* — вооруженный маленькими щитами). Общий вид подводной местности представляет собой поверхность, будто выложенную выпуклыми щитами, напоминая булыжную мостовую, что и послужило основанием для названия этого ландшафта (рис. 147). Слабонаклонное дно обычно сложено здесь мелкими валунниками, галькой или щебнем (рис. 148—149). Тонкий наилок и многочисленные экскреты покрывают каменистое дно, однако существенных отложений на поверхности дна не образуют (рис. 150—151). Редкие асцидии и небольшие друзы мидий характерны для этого ландшафта (рис. 152, см. рис. 148). Гребешки Свифта обычны здесь, и их плотность может достигать 3 экз. на 1 м² (см. рис. 150). Наружные и обращенные вниз поверхности обломочного материала имеют различное население. Длинноручевые звезды равномерно распределены на дне плотностью 1 экз. на 5—10 м² (рис. 153, см. рис. 148, 151). В пельтий можно встретить иногда большие скопления трепанга (рис. 154). Патирии редки, но образуют скопления, обычно обходя падаль (рис. 155). В промежутках между обломками пород видны многочисленные отверстия и «кратеры» (рис. 156—157, см. рис. 155).



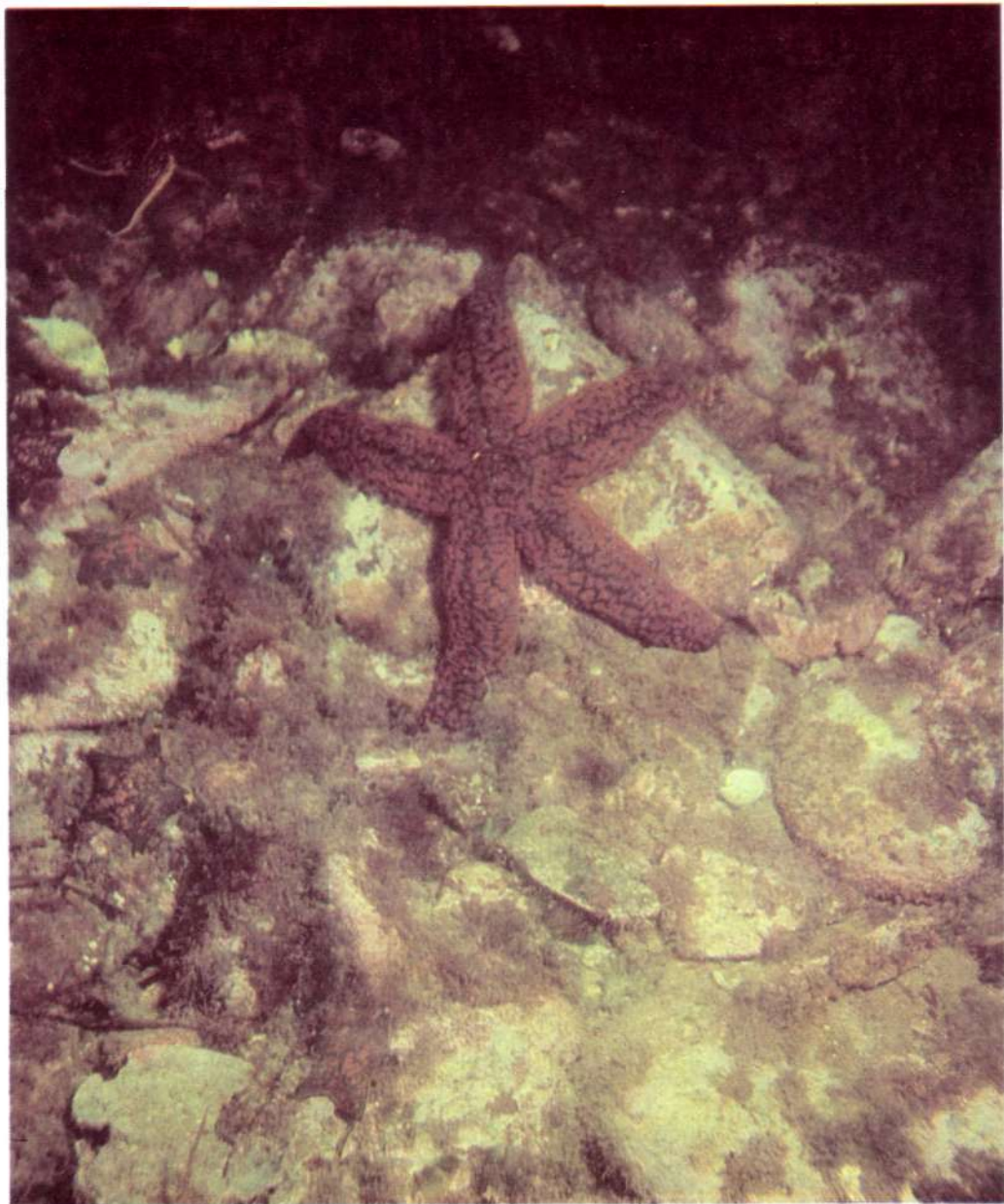
147. Пельтий



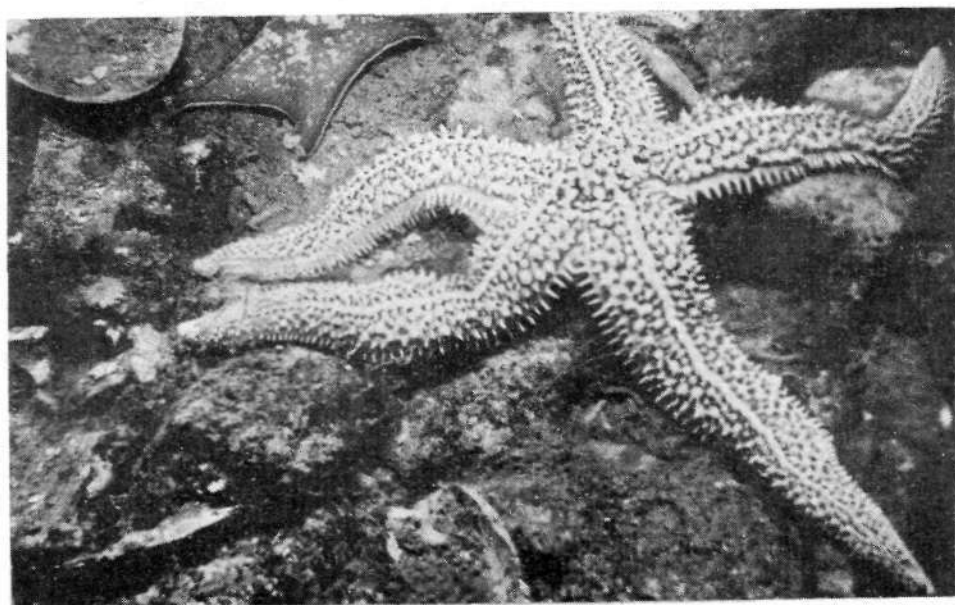
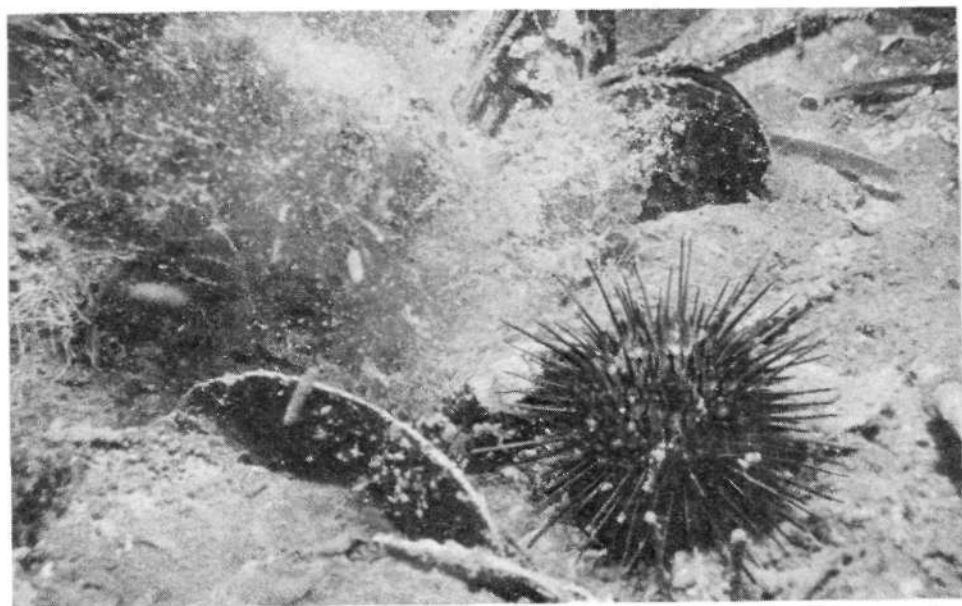
148. Асидия халоцинттия пурпурная *Halocynthia aurantium* и трепанг *Stycolopus japonicus* на камнях, покрытых известковыми водорослями



149. Брюхоногий моллюск *Tectonatica janthostoma* и мертвый, теряющий иглы еж *Strongylocentrotus nudus*. В грунте видны отверстия со следами биосортировки вокруг них. Все дно усеяно цилиндрическими экскретами
150. Гребешковая патерия и гребешок Свифта на усыпанном экскретами дне. В грунте видны многочисленные отверстия



151. Характерным признаком пельтия является присутствие звезд



152. Невооруженный морской еж *Strongylocentrotus nudus*, расположенный около друзы мидии *Ctenomytilus grayanus*. Левую часть снимка занимает комок водорослей
153. Морские звезды дистоластерия колкая *Distolasterias piron* и гребешковая патиррия *Patiria pectinifera*



154. Дальневосточный трепанг *Stychopus japonicus* — обычный обитатель пельтия



155. Морские звезды *Patiria pectinifera* объедают мертвого ежа *Strongylocentrotus nudus*

156. Отверстие в грунте с выбросами песка и раковинного детрита. Вокруг отверстия разбросаны экскреты животного, обитающего в нем



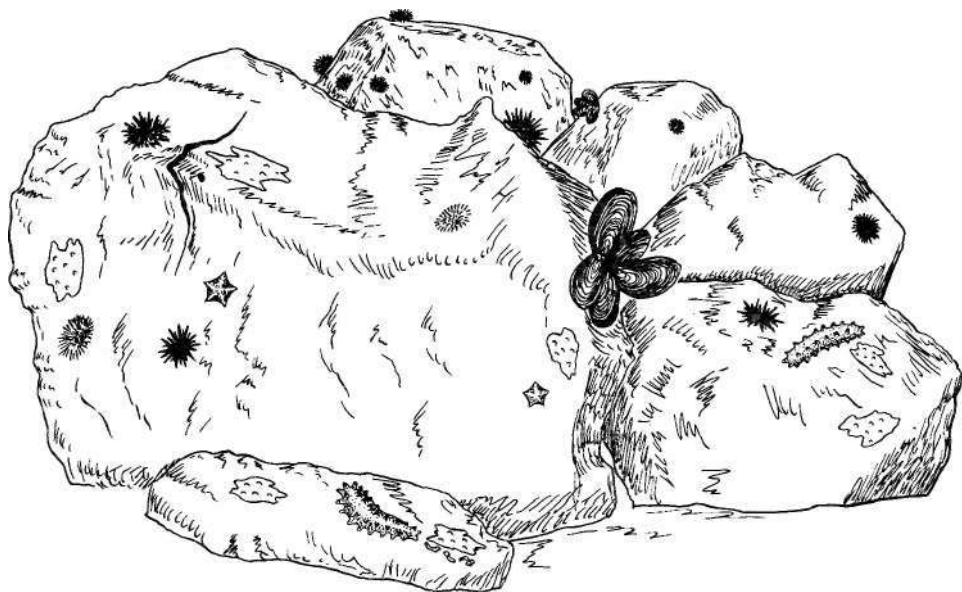
157. Трепанг и его экскременты в пельтии. Промежутки между окатанными обломками горных пород заросли зелеными водорослями



Диагноз: рельеф бугристый, уклон слабый, грунт с бионеподвижным ячеистым скелетом скелетной фазы. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги. Вистигивитные признаки': отверстия между камнями. Фитобентос: корки водорослей.

Концизий

Концизий (от лат. *concisio* — *нарубить, нарезать, изрезывать, изрыть*). Название дано от общего облика подводной местности, образованного хаотическим нагромождением крупных обломков горных пород поперечником до полуметра и более (рис. 158). Концизий развит по мелководью вдоль обрывистых скальных берегов и обусловлен наличием на дне глубиной от 0 до 5 м глыбового развала или валунного навала (рис. 159—160). Рельеф в этом ландшафте сложный, уклон крутой. Неровные поверхности камней и скал покрыты бактериальной пленкой, корками известковых водорослей (рис. 161—162), а также многочисленными баянусами (рис. 163), мидиями (рис. 164), актиниями (см. рис. 159), мшанками и другими обрастателями. Из подвижной биоты преобладают серый и черный ежи (рис. 165—166, см. рис. 162), хитоны, гастроподы. В приглубой части концизия обитает трепанг, образуя иногда промысловые скопления (рис. 167). Фитобентос может играть существенную роль. Здесь могут образоваться густые заросли ламинарии (см. рис. 162), филлоспадикса (рис. 168) и пельветии (см. рис. 163). Зона концизия расположена в основном у скалистых мысов и подверженных волновому воздействию побережий. Поэтому она характеризуется высокой гидродинамической активностью по сравнению с другими ландшафтами.



158. Концизий

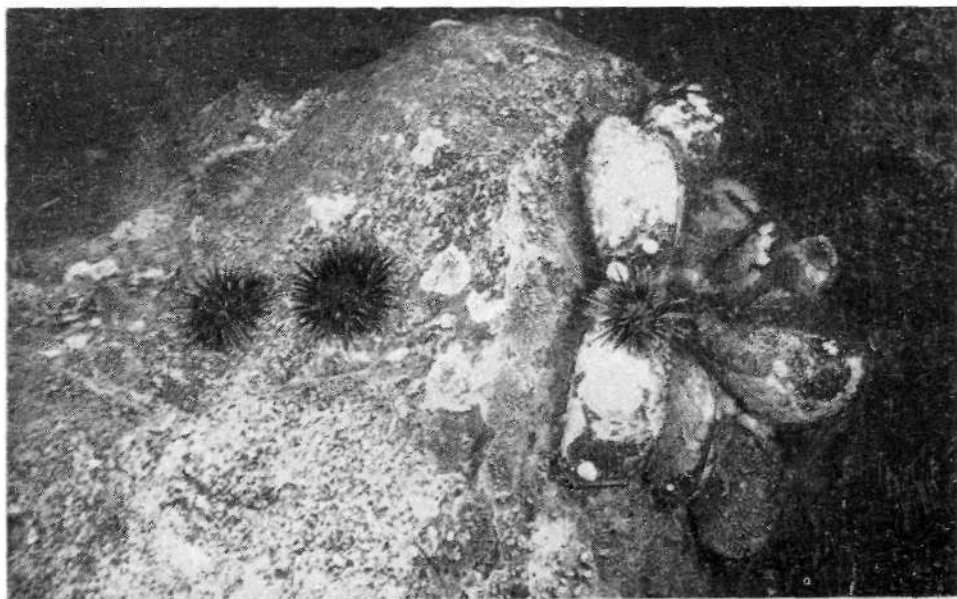


159. Глыба, покрытая корками известковых водорослей, ежи *Strongylocentrotus nudus*

160. Осьминоги часто прячутся под крупными глыбами и в расщелинах скал

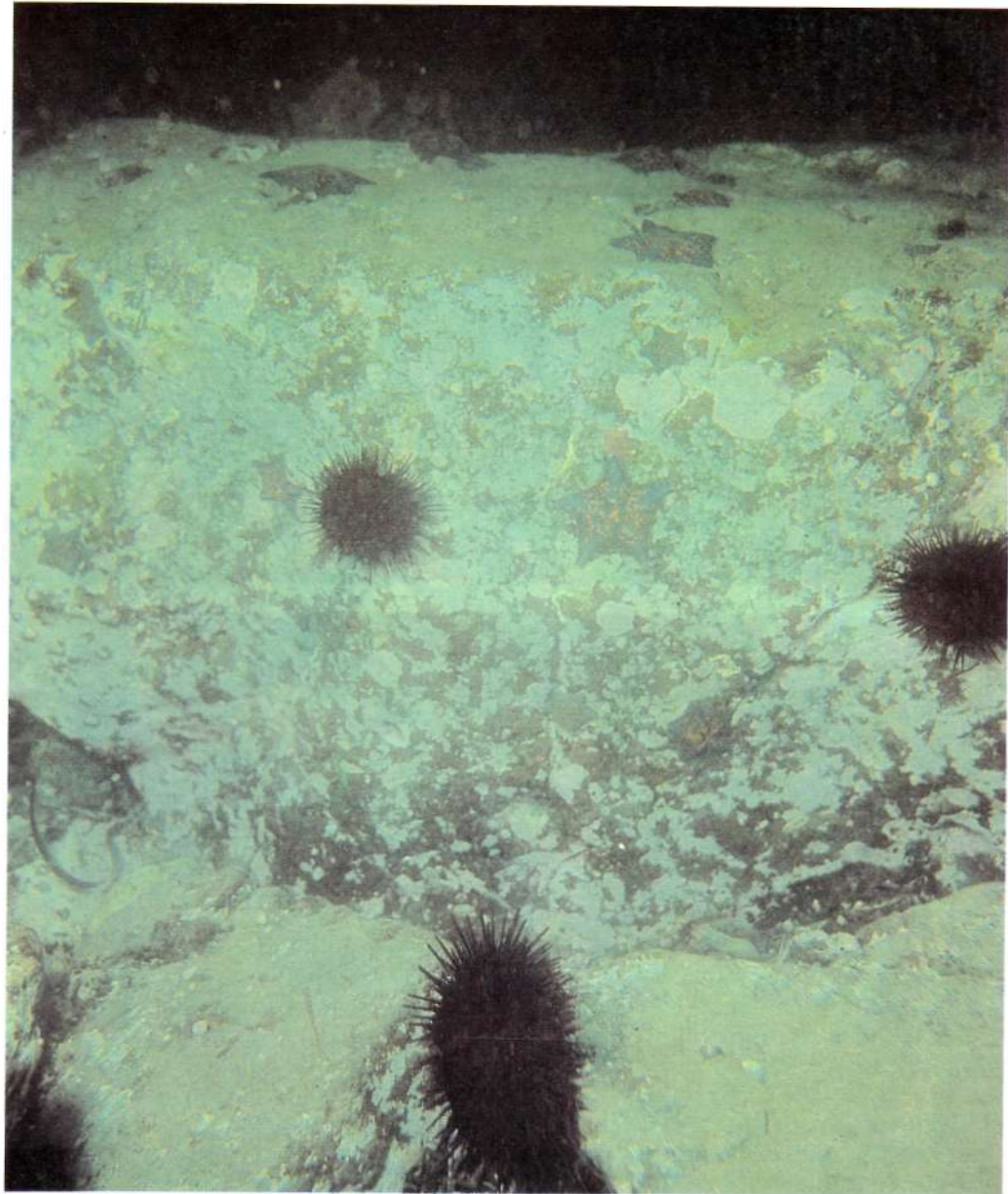


161. На глыбах, покрытых корками известковых водорослей, ежи *Strongylocentrotus nudus*
162. Заросли ламинарии *Laminaria* sp. и скопления черных ежей *Strongylocentrotus nudus* на глыбах, покрытых корками известковых водорослей

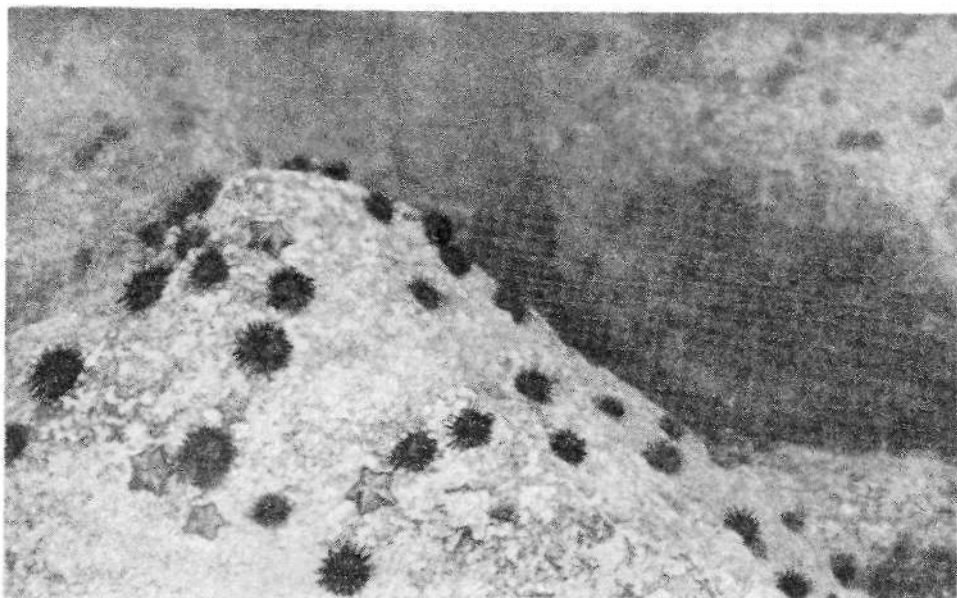


163. Домики *Balanus* sp. среди зарослей водоросли *Pelvetia wrightii*

164. На глыбе, покрытой известковыми водорослями, расположена друза мидий *Crenomytilus grayanus* и ежи *Strongylocentrotus nudus*, *St. intermedius*



165. Ежи *Strongylocentrotus nudus* на глыбе, покрытой корками известковых водорослей

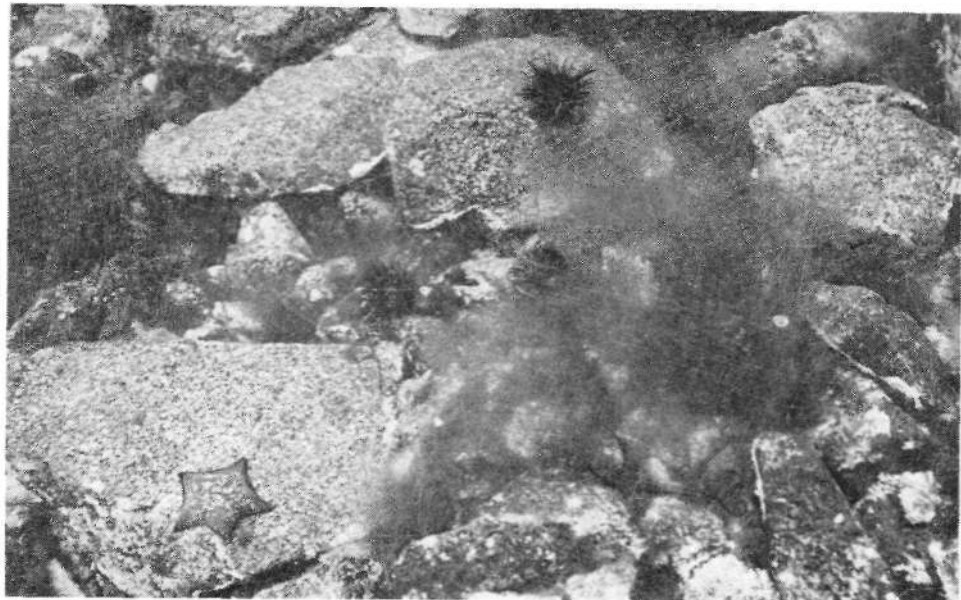


166. На гранях глыб — многочисленные ежи *Strongylocentrotus nudus* и звезды *Patiria pectinifera*

167. На грани глыбы — звезда *Patiria pectinifera*, ежи *Strongylocentrotus nudus* и *St. intermedius*. В центре снимка — дальневосточный трепанг *Stichopus japonicus*, рядом — экскреты



168. На глыбах, покрытых известковыми водорослями, встречаются ежи *Strongylocentrotus luidus*, *S. intermedius* и звезды *Patiria pectinifera*. В концизии часто встречаются заросли филлоспадикса *Phyllospadix iwatensis*

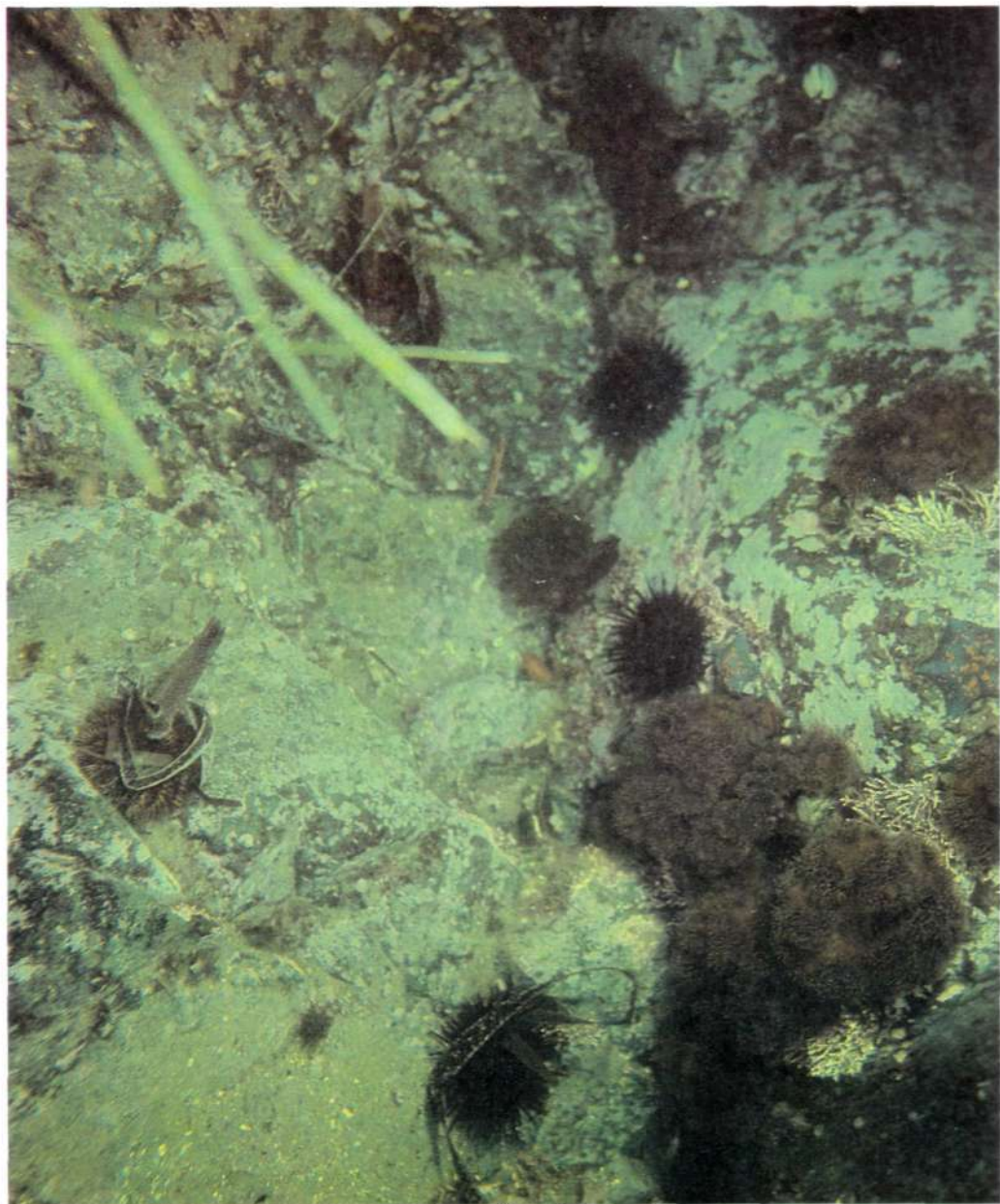


169. Черные ежи *Strongylocentrotus nudus*, звезда *Patiria pectinifera*. В центре снимка — водоросль *Enteromorpha liza*

170. Одиночные моллюски *Crenomytilus grayanus*, ежи *Strongylocentrotus nudus* и *St. intermedius* на глыбах, покрытых известковыми водорослями



171. Актинии *Metridium senile fimbriatum*, ежи *Strongylocentrotus nudus* и звезды *Patiria pectinifera* на глыбах, покрытых известковыми водорослями

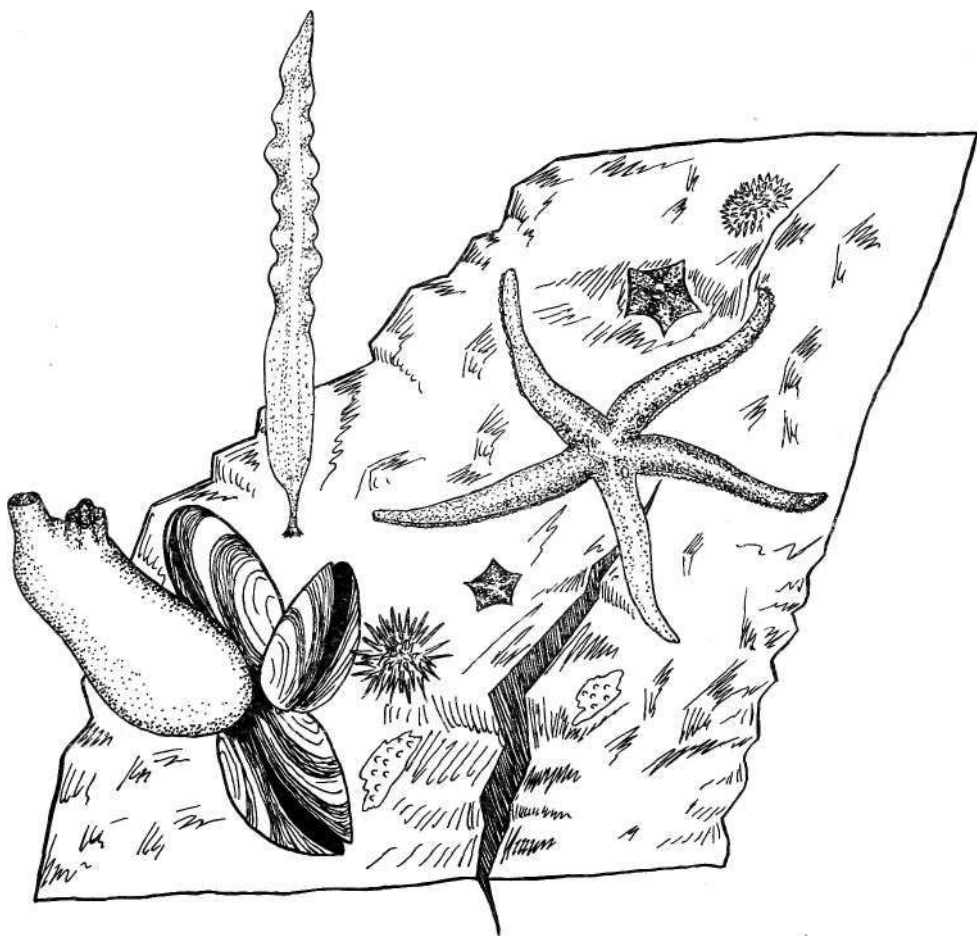


172. На крутых плоскостях скальных глыб селятся актинии, морские звезды и ежи

Диагноз: рельеф сложный, уклон крутой, грунт с бионеподвижным блочным скелетом скелетной фазы. Зообентос: эктобионты экзофаги, эпифаги. Вистигивитные признаки: несущественные. Фитобентос: корки водорослей (рис. 169—172).

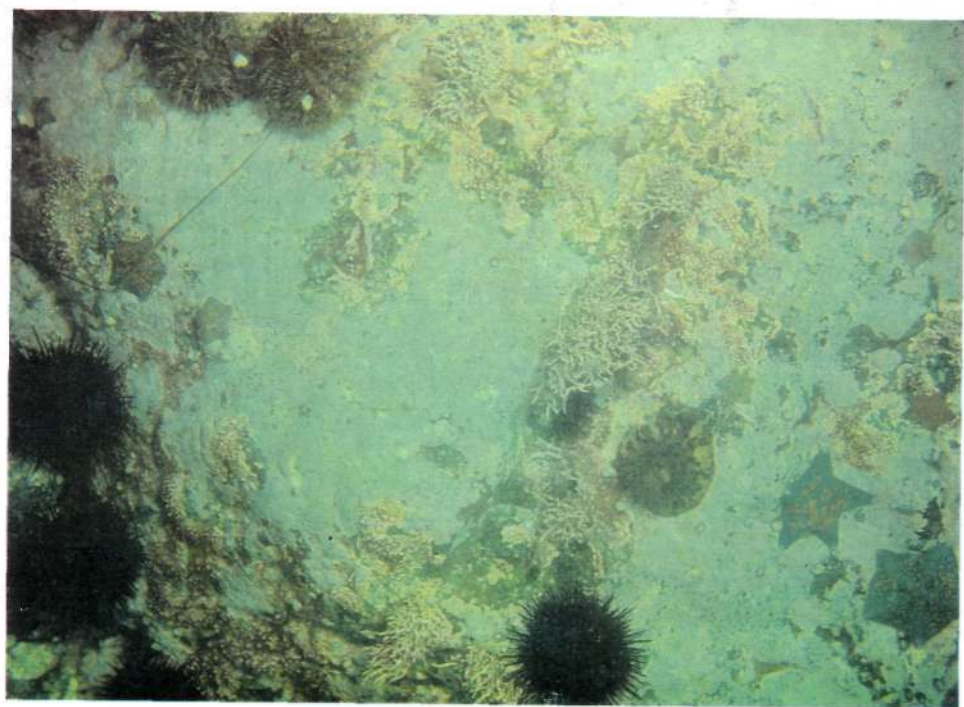
Саксозий

Саксозий (от лат. *saxum* — скалистый, скальный). Этот ландшафт получил свое название из-за того, что грунт здесь представлен скальным монолитом (рис. 173—176). Его уклоны обычно крутые и местами отвесные. Его отдельные участки прослеживаются около выступающих из воды камней на входных мысах с мористой стороны, там, где имеются подводные скальные гряды и кекуры. Этому ландшафту характерна высокая гидродинамическая нагрузка, что не позволяет некоторым обрастателям

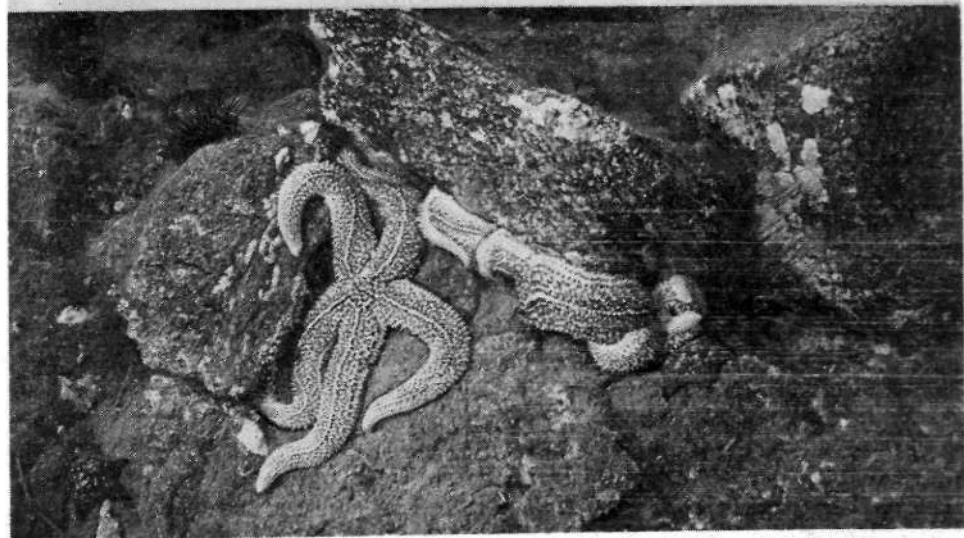




174. На скальной поверхности — гребешковые патриии и морские ежи *Strongylocentrotus nudus*



175. На выходе скального монолита — морские звезды *Patiria pectinifera* и *Distolasterias piroo* и шаровидный морской еж *Strongylocentrotus intermedius*
176. Гребешковая патирия *Patiria pectinifera* и шаровидные промежуточные морские ежи *Strongylocentrotus intermedius*



177. Друза *Crenomytilus grayanus* с поселившимися на ней актиниями метридиум старческого *Metridium senile fimbriatum*, асцидией халоцинией пурпурной *Halocynthia aurantiun* и звездой *Patiria pectinifera*. В нижнем правом углу — невооруженный морской еж *Strongylocentrotus nudus*. В верхней части снимка — водоросль ламинария *Laminaria cichoriodes*

178. Две морские звезды *Distolasterias nipon* и еж *Strongylocentrotus nudus* на скальной поверхности, покрытой известковыми водорослями



179. Вершины подводных скал заселены актиниями *Metridium senile fimbriatum*. На переднем плане — звезда *Patiria pectinifera* на корках кораллиновых водорослей

Диагноз: рельеф сложный, уклон крутой, местами отвесный, грунт с бионеподвижным монолитным скелетом. Зообентос: эктобионты экзо- и эпифаги. Вистигивитные признаки: несущественные. Фитобентос: корки водорослей.

Пользуясь составленным нами Атласом подводных ландшафтов, описаниями, диагнозами, а также сокращенной до табличной формы сравнительной характеристикой ландшафтов с присвоенными им гашюрными обозначениями (табл. 4), удалось нанести на карту поля распространения ландшафтов и их пространственных парагенетических ассоциаций на конкретных акваториях.

Измерение продукционных трофологических характеристик отдельно взятого ландшафта в динамике, привязанной к изменению температурного и светового режимов в разные сезоны года, создает представление о парциальном трофологическом вкладе каждого ландшафта в общий трофодинамический бюджет экосистемы, ландшафтная структура которой может быть изучена по карте. Общий трофологический баланс экосистемы позволяет переходить к планированию мероприятий по рациональному природопользованию в областях распространения того или иного подводного ландшафта и к выработке научно обоснованного прогноза последствий антропогенного изменения ландшафтов.

ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ ФАЦИЙ

Изучение истории развития земной коры показало, что на поверхности нашей планеты всегда существовали и продолжают существовать устойчивые наборы фаций с образованием тесных парагенетических ассоциаций. Пространственно-временная сцепка набора фаций, приуроченная к тем или иным конкретным геотектонической, литогенетической и палеогеографической обстановкам, обычно носит название «формации». Формации выделяются на основании общности литолого-фациальных типов горных пород, связанных в некую объемную геолого-структурную композицию.

Отдельные фации в пространстве располагаются не случайным образом, а подчиняются неким достаточно строгим закономерностям. В самом общем виде эти закономерности описываются пространственной организацией географической среды земного шара и конкретных участков его поверхности.

Две соседние фации отличаются одна от другой всем комплексом физико-географических условий. Переход из одной фации в другую происходит в соответствии с градиентами средовых факторов. По существу природные тела, формирующие фацию (минералы, водные массы, биологические объекты), разделяются в пространстве и времени вследствие различного их реагирования на силу тяжести, ускорения в гидродинамических потоках, на различные физико-химические свойства среды, на све-

товой поток, вследствие чего происходит их спонтанная пространственная сортировка. Происходящие из единой, однородной механической смеси минералы в водном потоке выпадут в осадок в виде определенной пространственной серии размерных фракций и фракций по удельному весу в зависимости от флотационных свойств (гидравлического размера) минеральных частиц. Известно, что плоские, листоватые частицы будут дольше находиться во взвешенном состоянии и дальше унесутся тем же самым потоком, нежели округлые частицы того же удельного веса. В связи с этим на дне водоема возникают зоны преобладания осадка, состоящего из круглых или плоских частиц, что заведомо приведет к возникновению разных условий поселения живых организмов, связанных с этим субстратом.

В зависимости от зернистости, размера, формы и степени плотности упаковки частиц гранулированной фракции осадка, в нем и на нем поселяются те или иные комплексы интерстициальной инфавуны, эпифавуны и зарывающейся инфавуны. Наиболее тесно зависят от этих характеристик такие организмы, как фораминиферы, остракоды и черви. С плотностью упаковки зерен осадка связаны проницаемость осадка и заселенность его роющими эндобионтами. Гидравлическая подвижность осадка напрямую влечет за собой формирование тех или иных микроформ рельефа, например рифелей, и создает способность к биогенной повторной гидро-сортировке материала. Зарывающиеся организмы в процессе жизнедеятельности выбрасывают наружу материал, который взмывается над поверхностью дна на ту или иную высоту. Под действием течения частицы подхватываются, мелкие частицы относятся и переотлагаются на некотором расстоянии от места выброса, а крупные оседают в непосредственной близости от места выброса, и тем самым поверхность осадка постепенно обогащается более крупной фракцией. Учитывая многократную переработку всей толщи осадка, подверженного биотурбации, целые участки морского дна изменяют гранулометрический состав осадка.

При прохождении зоны перехода река—море растворенные комплексные органо-минеральные соединения меняют свое средство к воде за счет изменения рН среды, и в зоне резкого повышения солёности воды при перемешивании пресных речных вод с солеными морскими происходит лавинообразное осаждение коллоидов, обогащенных органическим веществом и служащих субстратом для поселения масс бактерий. Минерально-бактериальные агрегаты, или флокулы, служат источником питания многочисленных организмов — сестонофагов, концентрирующихся в этих зонах. В таких участках морского дна в массе селятся устрицы, мидии, баянусы, полихеты, ракообразные, здесь обычны большие концентрации всевозможных планктонных и нектонных организмов. Повышенная эвтрофицированность эстуарных вод создает предпосылки для пышного развития фитопланктона и фитобентоса.

В зависимости от резкости градиентов среды на морском дне наблюдается более или менее резкая смена соседствующих ландшафтов. Хотя наиболее общие закономерности пространственного взаимного расположения донных фаций, если исходить из генеральной схемы распределения градиентов в море, достаточно понятны и более или менее предсказуемы, все же реальная картина распределения фаций и их соседство

зачастую резко отличаются от теоретически ожидаемой, основанной на представлении о постепенности всех переходов на морском дне. Мы нередко наблюдаем, как с увеличением глубины зернистость осадков вместо ожидаемого уменьшения неожиданно возрастает. Исследования на шельфе многих умеренных и тропических морей иногда показывали, что застойные илисто-глинистые фации располагаются в наиболее мелководных бассейнах, а скальный фундамент и грубозернистые осадки мы находим на больших глубинах, и виной этому гидродинамическая структура водных масс того или иного конкретного бассейна. Опрокидывание привычных «общетеоретических» схем происходит в шельфовых условиях настолько часто, что лишь после проведения подробного картографирования того или иного бассейна мы можем более или менее уверенно говорить о его «типичности» или «уникальности».

Хотя в море в основе установления и формирования конкретных ландшафтов, как и на поверхности суши, лежит характер рельефа и связанного с ним грунта, ландшафтные характеристики часто, а в некоторых случаях преимущественно зависят от способности животных и растений осваивать биотопы и их преобразовывать.

Морские организмы не с одинаковой активностью и с неодинаковым безразличием заселяют морские грунты. Они в этом отношении весьма переборчивы. Личинки многих организмов обладают физико-химическими «щупами», которыми они, вероятно, проводят химический «анализ» субстрата, на котором они собираются поселиться. И если субстрат по каким-то параметрам не соответствует требованиям оптимального развития организма, личинка может отделиться от субстрата и продолжить свое плавание с тем, чтобы еще 2—3 раза повторить попытку поселения. Усоногие раки-балаюсы с большей охотой селятся на карбонатный шероховатый субстрат светлого тона и заведомо предпочитают любые панцири ракообразных, поскольку в них содержится аминокислотный радикал — артроподин, вырабатываемый всеми членистоногими. Наличие артроподина сигнализирует личинке о том, что здесь жили подобные и что вероятность выживания здесь максимальна. Свойство таксиса, т. е. предпочтительного следования по тому или иному градиенту, служит важнейшим механизмом спонтанной автосортировки организмов в их личиночном состоянии.

Организмы сами себя как бы классифицируют на приспособленность или неприспособленность к тем или иным конкретным условиям обитания и создают более или менее отчетливые пространственные группировки, характеризующие ту или иную «физиономию» ландшафта. Организмам с положительным фототаксисом свойственно заселение светлых, хорошо прогреваемых солнцем участков морского дна. Организмы с отрицательным фототаксисом забьются под карнизы, упрячутся на большую глубину или под полог растений, если им не будет противопоставлен тот или иной биохимический компонент, выделяемый растениями при их функционировании.

Известно, что растения в период жизнедеятельности выделяют в воду массы полисахаридов, аминокислот, липидов, витаминов. Одни из них служат аттрактантами, другие — репеллентами для разных животных, а также растений. Поэтому с одними растительными ассоциациями встре-

чаются сипункулиды, а с другими их никогда нельзя встретить, в одних местах живет черный еж, в других — серый и т. д.

Сообщества животных и растений обмениваются обширнейшей информацией, приводящей к вполне конкретной пространственной локализации определенных группировок, на тех или иных расстояниях одна от другой, в том или ином направлении, по течению или против него. Морские животные и растения в своем пространственном распределении имеют достаточно отчетливые и разные места обитания. Отсюда вытекает и довольно конкретная объективная отличимость подводных ландшафтов по всему комплексу характеристических признаков.

Палеогеографическим и палеотектоническим формационным анализом установлено, что структурно-тектоническим зонам, обладающим своеобразным геотектоническим режимом, определенным геохимическим фоном и последовательностью исторической смены характеристик среды, типичными наборами осадков и тех или иных ритмических седиментологических характеристик, свойственны характерный облик горных пород и пространственное чередование и сочленение геологических тел. Например, флишевая формация, составленная тонким ритмическим чередованием песчаника, алевролита и глинистого сланца с причудливыми структурами «конус в конус». Флиш характерен для мезозоя альпийской области.

Пестроцветные формации предгорных массивов обычно имели определенную ритмику чередования песчаников, мергелей и конгломератов, обогащенных окисными и закисными соединениями железа и меди. Однако такие закономерности относительно легко устанавливаются при анализе геологических структур, когда весь объем горных пород обозрим, легко прослеживается, разбурируется или вскрывается горными выработками.

Другое дело — пространственная структура полей, занятых современными морскими ландшафтами. В силу специфики их исследования увидеть их можно только на ландшафтной карте. Как правило, ни одно ландшафтное поле не может быть увидено просто глазами непосредственно под водой, в лучшем случае может быть последовательно, метр за метром, осмотрено с очень близкого расстояния, и в том случае, если наблюдатель не сбился с курса и хорошо знает, где он находится, может быть представлено в виде некоторого пространственного поля. Для этого надо обладать исключительными способностями для пространственной ориентировки и могучим пространственным воображением. Здесь в полной мере и буквально, как по С. Есенину: «Лицом к лицу лица не увидать: большое видится на расстоянии». А вот именно расстояния-то и не бывает, поскольку прозрачность морской воды при ландшафтном картографировании шельфа почти никогда не превышает 2—3 м. Осматриваемая за один раз площадь редко превышает 10 м². В этой связи вопрос о пространственных ассоциациях фаций или о парагенетических ассоциациях ландшафтов, указывающих на «формационное родство» между ландшафтами, может быть решен только на основе анализа пространственного рисунка ландшафтных карт.

Знание общих закономерностей парагенезиса ландшафтов морского дна необходимо с самых разных позиций.

Во-первых, анализ ландшафтных карт, прорисованных с недостаточной детальностью или с применением метода «точечных трансект», когда ли-

ния точечных наблюдений предполагает непрерывность ландшафтного поля от точки к точке при интерполяциях, может дать основания предполагать пропуск той или иной ландшафтной фации.

Во-вторых, знание нормального ряда ландшафтов, который должен следовать вдоль того или иного градиента, дает подводнику серию ориентиров, наподобие ориентации опытного путника на местности, когда не приметные для неискушенного глаза признаки в смене растительности или густоте мышиных норок являются отчетливыми предвестниками близости реки или леса.

В-третьих, пространственная увязка ландшафтов ориентирует исследователя на поиск того или иного ресурса морского дна — чаще всего минерального или биологического — в том или ином направлении от обнаруженного ландшафта. Нам в своей практической деятельности неоднократно приходилось сталкиваться с практическим подтверждением ряда предложений о локализации скоплений тех или иных организмов по отношению к выявленной ландшафтной фации.

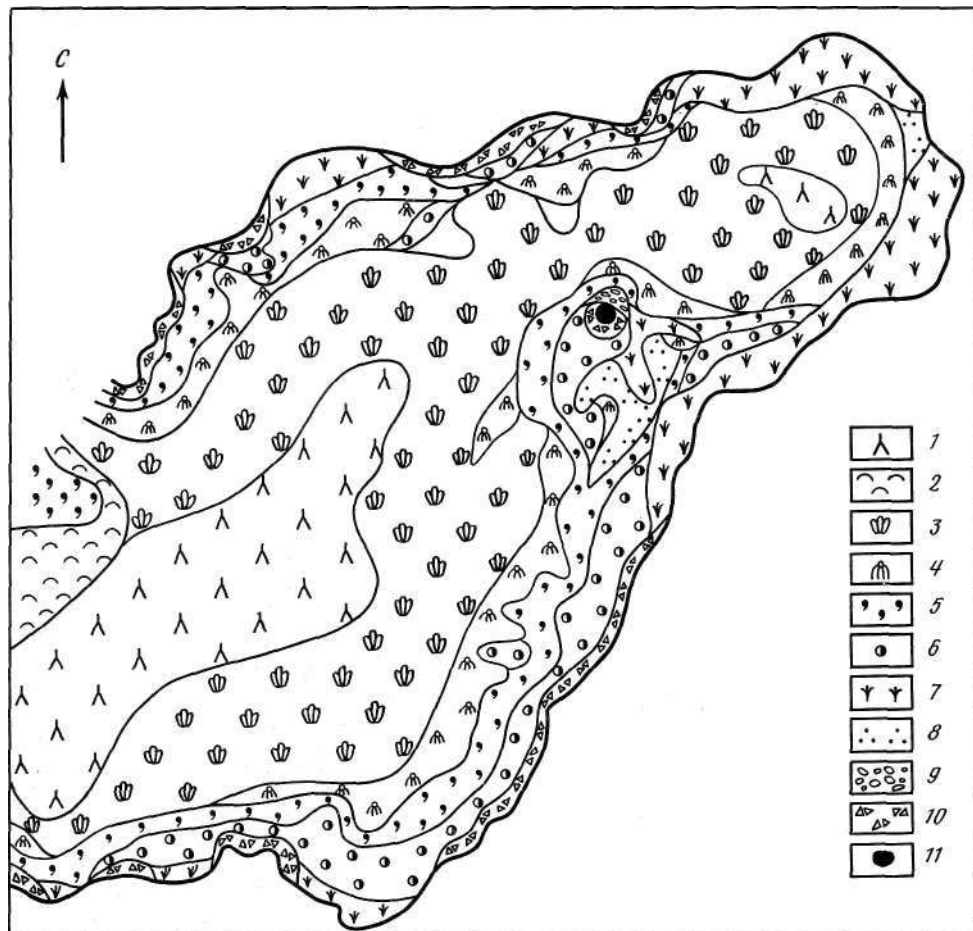
И наконец, знание парагенетических ассоциаций, рядов и мозаик фаций вооружает теоретическую палеогеографию более надежными знаниями, необходимыми для точных палеогеографических реконструкций и более обоснованного палеогеографического ретроспективного прогноза. В таком прогнозе нуждается не только поиск конседиментационных полезных ископаемых, но прежде всего — стратиграфическая корреляция, без которой невозможна никакая геология. Установление одновозрастности разнофациальных отложений — ключ к пониманию истории развития географической оболочки Земли. Скольжение фаций во времени при непрерывном процессе осадконакопления приводит к образованию пластовых тел одинакового литофациального состава, но каждая часть одного и того же пласта имеет в соответствии с принципом Головкинского—Вальтера разный возраст.

Устойчивая функциональная приуроченность однотипного набора ландшафтов к определенным структурно-тектоническим зонам земного шара образует предпосылки накопления геологических формаций определенного типа. Так, например, в соответствии с геоэнергетической зональностью земной поверхности в тех участках земного шара, где высока космическая составляющая геоэнергетического потока, достаточно высока супракрустальная и теллурическая составляющие (в точке Дарвина), происходит накопление рифовой формации. В физико-географическом плане это обозначает, что в участке с активным тектоническим движением блока земной коры, в зоне с высокой солнечной активностью, там, где кораллы и известковые водоросли обитают в высокоподвижной среде, идет формирование плотных поселений с высокими скоростями роста. Здесь формируются коралловые рифы с комплексом сопутствующих пририфовых ландшафтов. В состав рифовой формации входят ландшафты, лагуны шлейфа, предрифовые и зарифовые глубоководные глины.

Анализ закономерностей следования одних ландшафтов за другими, проведенный нами по ландшафтными картам, показал, что многие ландшафты предполагают появление рядом с ними вполне определенных, парагенетически связанных с ними других ландшафтов, в связи с чем для глаза специалиста сама карта имеет ту или иную степень правдоподобности.

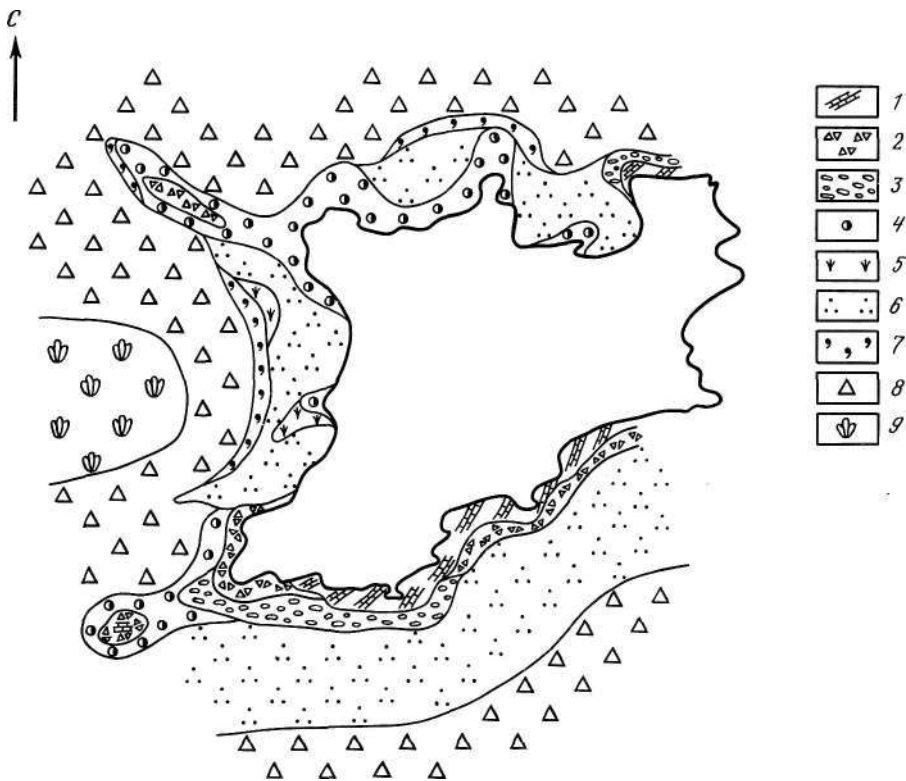
Примеры подводного ландшафтного картографирования

Выделенные типы подводных геосистем располагаются на дне неравномерно. Их ареалы, чередование и глубина залегания подвержены определенным закономерностям. Для выяснения этих закономерностей было выполнено ландшафтное картографирование полигонов, расположенных в различных физико-географических условиях: открытые участки побережья, рисовые бухты, большие заливы и расположенные в них острова и т. д.



180. Карта донных ландшафтов одной из рисовых бухт Японского моря

1 — ретина; 2 — метагест; 3 — веррукоид; 4 — skateбра; 5 — конхий; 6 — фрактум; 7 — сегетий;
 8 — ареноид; 9 — пельтий; 10 — концизий; 11 — саксозий



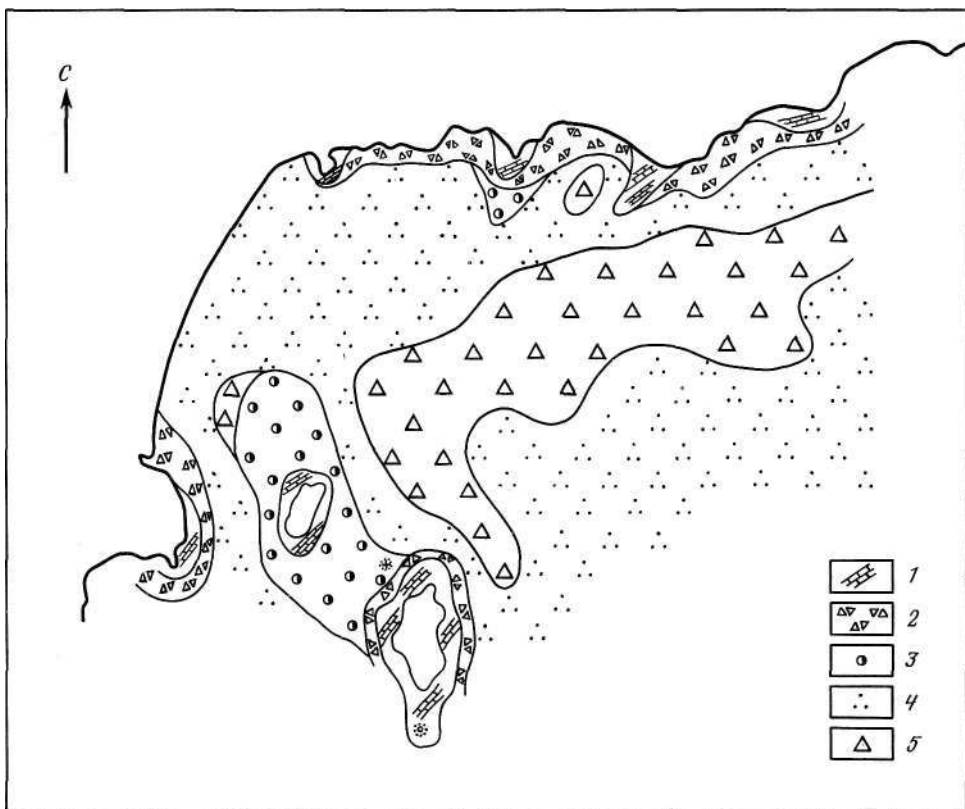
181. Схема донных ландшафтов, примыкающих к острову

1 — саксозий; 2 — концизий; 3 — пельтий; 4 — фрактум; 5 — сегетий; 6 — ареноид; 7 — конхий; 8 — до-
миформный ландшафт; 9 — веррукоид

Нами были разработаны рекомендации по вопросам марикультуры, так как все Южное Приморье перспективно в этом отношении, а также по вопросам добычи некоторых видов минерального сырья.

В качестве примеров практического ландшафтного картографирования приводятся карты подводных ландшафтов риасовой бухты (рис. 180), приостровной акватории (рис. 181) и полуоткрытой бухты (рис. 182).

Карта приостровной акватории характеризует чрезвычайное разнообразие ландшафтов, обусловленное широким спектром физико-географических обстановок с разных сторон этого острова: от открытого в сторону моря берега до закрытых от преобладающих ветров и волнения бухт. Это интересно еще и тем, что данное конкретное место издавна славится большой естественной популяцией приморского гребешка — ценного пищевого продукта. Поэтому было важно выяснить наиболее благоприятные ландшафтные условия жизни этого моллюска.



182. Схема донных ландшафтов бухты

1 — саксозии; 2 — концизий; 3 — фрактум; 4 — ареноид; 5 — домиформный ландшафт

Полуоткрытая бухта выбрана потому, что пространственное расположение и набор подводных ландшафтов здесь отличаются от приостровной акватории, а также потому, что подобных бухт со схожими условиями достаточно много на побережье Японского моря. В смысле хозяйственной деятельности подобная бухта интересна тем, что здесь разведаны залежи песка, пригодного для строительства.

Подводные ландшафты приостровной акватории

На южной стороне острова, там, где расположены выровненные волнами скалы, на дне 50—100-метровой полосой располагается саксозии, прослеживаемый до глубины 5—10 м. На смену ему приходит концизий, крутой склон которого простирается до глубины 15—17 м, упираясь в пологонаклонное пространство ареноида с крупными следами ряби от проходящих волн на поверхности осадка. Местами саксозии прослеживается до больших глубин (10—15 м) и переходит в пельгий, упирающийся

своей южной границей в ареноид, который широкой полосой, составляющей около 500 м, окаймляет с юга каменистые ландшафты острова. Южнее ареноида расположены домифорные ландшафты, южная граница которых не прослежена.

Дно западной бухты представлено ареноидом, ограниченным с морской стороны 50-метровой полосой конхия. К мысам приурочены небольшие по простиранию участки фрактума. Фация сегетия небольшими пятнами примыкает к фрактуму и конхию. Западнее конхия располагаются домифорные ландшафты, среди которых хорошо отличима фация верукоида, занимающая центральную часть обследованного полигона. Ее западные границы не прослежены. Характерной особенностью верукоида в таком месте является то, что в грунте содержится большое количество обрывков морских трав, в результате чего образуется «пудинговая» текстура грунта. Большое количество травы в грунте связано с тем, что в отдельные годы западная бухта интенсивно зарастает морскими травами, которые образуют большие пространства сегетия.

Каменистая гряда, простирающаяся к северо-западу от острова, густо населена бентосом, который, по-видимому, связан пищевыми цепями с сообществом консументов, населяющих прилегающие к этой гряде ландшафты. Гряда, образованная цепью выходов коренных пород и мощными глыбовыми навалами, поднимается местами до глубины 7—10 м, перегородившая поток основных приливо-отливных и дрейфовых течений, транспортирующих производимую на гряде органику в окружающие ландшафты.

На севере острова расположены две отличающиеся одна от другой бухты. Одна бухта глубоко врежется в массив острова. Она хорошо защищена от воздействия волн. Почти все дно этой бухты представлено ареноидом. На востоке он ограничен пельтием, сменяющимся у северного мыса, а на западе ареноид граничит с фрактумом. В вершине бухты на небольшом участке дна, примыкающем к каменистому выступу суши, расположено поле фрактума. На севере ареноид постепенно переходит в домифорный ландшафт. Полумесяцем шириной около 50 м проходит полоса конхия, ограничивающая с севера поле ареноида во второй бухте и клинивающаяся между домифорным ландшафтом и ареноидом в первой бухте. Вторая бухта более подвержена волновому воздействию, и поэтому ареноид здесь расположен линзой в центральной части бухты.

Глядя на построенную карту, легко заметить отличие между ландшафтами, примыкающими к северной, западной и южной частями острова. Это может быть объяснено различием в гидродинамическом режиме. Южная и восточная части — наветренные стороны острова, они испытывают максимальное волновое воздействие, так как ничто не защищает их, и волны беспрепятственно подходят сюда с открытого моря.

Западная часть острова — самая защищенная, подветренная.

Северная часть острова занимает промежуточное положение по интенсивности гидродинамики между южной и западной, хотя подводные ландшафты северной части острова имеют больше сходства с западом, чем с югом.

Большой интерес представляет здесь естественная популяция приморского гребешка. Гребешок сконцентрирован на аренатных ландшафтах

северных и западных бухт, где плотность его местами достигает 5—7 экз. на 1 м². Примечателен большой размер раковин этих моллюсков, достигающих 22 см в диаметре. Однако основная масса гребешка распределена на больших площадях домиформных ландшафтов в северной части острова и вокруг каменистой гряды. Большая часть популяции гребешка расположена на западной стороне острова, куда с течением поступает обильное количество пищи.

Наибольшие плотности гребешка отмечены на ареноиде, сложенном песчаным материалом, а основная масса этих моллюсков с меньшей плотностью распределена на обширных домиформных ландшафтах, там, где преобладают песчано-илистые осадки и все дно изрыто зарывающимися животными.

Донные ландшафты полуоткрытой бухты

Центральную часть бухты занимают домиформные ландшафты, вытянувшиеся языком с северо-востока. Они окаймлены обширными полями ареноида, который на северо-западе ограничен литоралью, а на севере — концизием. С юго-запада он граничит с ландшафтами, приуроченными к группе скал. С мористой стороны граница ареноида не прослежена. Ложе пролива между островком и материком представлено ареноидом. Небольшие участки домиформного ландшафта расположены в местах, прикрытых от воздействия волн, между каменистыми грядами на севере бухты, в волновой тени малого острова. К мысам и скалистым островкам приурочен саксозий, от которого в приглубую часть бухты в виде каймы шириной 20—100 м прослеживается концизий. Обширное поле фрактума занимает пролив между островами и заходит на 500 м к северу от маленького острова.

Придонные течения в бухте формируются под воздействием ветрового волнения и поверхностных течений. При ветрах восточных и южных румбов придонные течения направлены по нормали к изобатам в сторону берега. Отток воды происходит вдоль северо-восточных берегов островов. Скорости придонных течений достигают 2—4 см/с. Волновые рифели наблюдаются на дне при глубинах 23—26 м. Возвратно-поступательные и орбитальные колебания воды у дна происходят со скоростью нескольких десятков сантиметров в секунду. Несмотря на видимую подвижность осадка под воздействием волнения и определенного тренда, направленной транспортировки осадка в этой бухте не отмечено. Здесь несколько раз брался песок для строительных нужд. Вырытые земснарядом траншеи глубиной 40—50 см при ширине около 1,5 м не несут видимых следов размывания. Отмытые из осадка ракуша и мелкий валунник служат субстратом для поселения водорослей.

Оконтурена популяция приморского гребешка, занимающая площадь около 300 га. Отмечена возрастная дифференциация моллюсков по разным ландшафтам. Так, особи 10—11-летнего возраста сконцентрированы на домиформном ландшафте. Гребешки возрастом 1—3 года концентрируются на ареноиде у островков.

Анализ полученного материала позволяет сделать вывод об изменении трофодинамического баланса в бухте в процессе добычи песка. При про-

должности драгирования продуктивность будет увеличиваться, так как отмытый из грунта материал служит субстратом для поселения ламинарии и других водорослей, продуктивность которых во много раз выше, чем продуктивность обитателей песков.

Фациальные ряды

При анализе полученного картографического материала какой-либо широтной закономерности в последовательности расположения фаций на основании рассмотренных признаков не прослеживается. Отчасти это может объясняться тем, что в нашей типологии не учтен ряд дискриминирующих признаков, как, например, температура водных масс и видовой состав бентоса, которые в большей степени, чем другие, могут индицировать проявление зональности. Но, с другой стороны, протяженность изученного ареала с севера на юг сравнительно невелика (около 300 км), поэтому едва ли зонально-географическая дифференциация ландшафтов в его пределах может иметь значительный размах.

На ландшафтных картах исследованных полигонов выступает явная зависимость расположения выделенных типов подводных фаций от геологического и геоморфологического строения берегов и дна.

Вокруг островов, в бухтах и заливах контуры фаций часто имеют форму вложенных одна в другую колец или дуг. Этот концентрический или полуконцентрический рисунок выражен тем отчетливее, чем больше протяженность, крутизна и степень неоднородности подводного склона.

В низкоградиентных областях и местах с резко меняющимися по направлению и силе градиентов преобладает мозаичное распределение ареалов элементарных подводных геосистем. Состав этих мозаик и взаимное расположение фаций в них могут быть определены большим числом факторов и в настоящей работе не рассматриваются.

На подводных склонах, характеризующихся высокими градиентами основных физических параметров, разные фации расположены в виде последовательно сменяющих одна другую полос. Основная закономерность географического распределения выделенных типов фаций состоит в том, что их встречаемость изменяется по направлению от береговой линии к открытому морю и от меньших глубин к большим. В результате изучения этой закономерности построено 24 обобщенных фациальных ряда, характеризующих основные варианты сочетания типов фаций по нормали от берега (табл. 5). Каждый такой ряд отражает определенную парагенетическую ассоциацию элементарных геосистем (фаций, связанных не только соседством, но и общностью происхождения).

Выделение парагенетических ассоциаций в работе опирается на анализ картографического материала, а также на сравнительное изучение примерно 400 обследованных подводных профилей (конкретных рядов фаций). Были использованы также результаты наблюдений над гидро- и трофодинамикой, выполненных на тех же профилях.

При картографировании измерялись скорости и направления течений и выполнялись расчеты волновых нагрузок на береговую линию в зависимости от повторяемости скорости ветра, длины разгона волн, глубоководное™ бассейна, экспозиции к волновому фронту и изрезанности бере-

Таблица 5. Парагенетические ассоциации подводных фаций

| Группа | Местоположение на подводных склонах | Ряды фаций * |
|--|---|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Группа берегов открытого моря, мысов и наветренных сторон островов | Наветренные стороны островов и мысы с крутым подводным склоном | 1, 2, 5, 8--10, 11 |
| | Наветренные стороны островов и мысы с выположенным подводным склоном | 1, 2, 3, 5, 8--10, 11 |
| | Скалистые берега открытого моря с ровной береговой линией | 2, 5, 8--10, 11 |
| | Крутые склоны наветренных сторон островов, мысов в крупных открытых заливах | 2, 4, 5, 8--10, 11 |
| | Мысы с подветренной стороны островов открытого моря и борта открытых бухт | 4, 5, 8--10, 11 |
| | Наветренные выположенные подводные склоны островов в больших заливах | 2, 3, 4, 7, 5, 8--10, 11 |
| | Вершины открытых бухт | 5, 8--10, 11 |
| | Открытые бухты, затененные островами от волнения | 5, 6, 5, 8--10, 11 |
| | Кутовая часть глубоко врезанной бухты, открытой преобладающему волнению | 6, 5, 8--10, 11 |
| Группа мысов линейных берегов в волновой тени | Затененные ближайшими мысами берега с выположенным подводным склоном | 1, 2, 3, 4, 8--10, 11 |
| | Открытые берега, расположенные под углом к фронту преобладающего волнения | 2, 3, 4, 8--10, 11 |
| | Подветренные мысы островов, каменные гряды в волновой тени | 2, 4, 8--10, 11 |
| | Подветренные мысы островов с выположенным склоном | 4, 8--10, 11 |
| | Зоны волновой тени («волновые карманы») | 6, 4, -10, 11 |
| Группа берегов рiasовых бухт, подветренных бухт островов | Входные мысы рiasовых бухт | 2, 7, -10, 11 |
| | Выположенные склоны островов, расположенных в больших заливах | 2, 3, 4, 7, 8--10, 11 |
| | Борта бухточек в рiasовых заливах, подветренные подводные гряды | 4, 7, -10, 11 |
| | Скалистые подветренные берега островов | 4, 5, 8--10, 11 |
| | Подветренные слабо врезанные бухты | 5, 7, -10, 11 |
| | Небольшие каменные мысы в подветренных бухтах островов | 4, 5, 6, 7, 8--10, 11 |
| | Вершины бухточек в рiasовых заливах | 6, 7, -10, 11 |
| Куты тихих бухт | Каменистый берег в кутовой части глубоко врезанных заливов и бухт | 4, 5, 6, 8--10, 11 |
| | Низкий берег в кутовой части глубоко врезанных в сушу бухт | 5, 6, 8--10, 11 |
| | Зона волновой тени («тихие заводи») в глубоко врезанных заливах и бухтах | 6, 8--10, 11 |

* 1 — саксозий, 2 — концизий, 3 — пельтий, 4 — фрактум, 5 — ареноид, 6 — сегетий, 7 — конхий, 8 — skateбра, 9 — верукоид, 10 — метагест, 11 — ретина.

говой линии. По трофическим характеристикам выделены ландшафты автотрофные, т. е. способные производить органического вещества больше, чем потребляют (саксозий, концизий, пельтий, сегетий); ландшафты сбалансированные или метаболически климаксные, когда производство органики равно ее потреблению (конхий); ландшафты гетеротрофные, существующие за счет вещества, поступающего извне, или за счет его предварительного накопления (фрактум, ареноид, домифорные ландшафты, ретина).

Приведенные ниже 24 фациальных ряда не исчерпывают все ландшафтное разнообразие в районе, где проводились исследования. Возможны также другие комбинации, которые нами не встречены, но существование которых может быть предсказано.

Доминирующим ландшафтообразующим фактором на мелководном шельфе являются волновые процессы, осуществляющие наиболее интенсивный энергообмен в этой зоне моря и обуславливающие основные потоки вещества и энергии по подводному склону. Поэтому ландшафты были объединены в парагенетические ассоциации в зависимости от условий воздействия ветрового волнения на берега и подводные склоны. Ветровое волнение, скорости и картина распределения волновых течений на мелководной части шельфа зависят в основном от таких характеристик, как длина разгона волнения, уклон и рельеф дна, форма береговой линии и угол подхода к ней волн. Исходя из этого были выделены четыре группы фациальных рядов: группа берегов открытого моря; группа мысов, линейных берегов и гряд в волновой тени; группа берегов риасовых бухт и подветренных бухт островов; группа ландшафтов вершин глубоко врезанных в сушу заливов и бухт.

Все 24 фациальных ряда имеют одинаковый состав приглубой части, так как с увеличением глубины нивелируются условия ландшафтообразования. Здесь формируются домифорные фации, характеризующиеся слабыми течениями (волнение оказывает незначительное воздействие на дно, и то лишь во время сильных штормов; илисто-песчаный грунт изрыт животными-эндобионтами, эктобионты экзофаги сростаются иногда в большие друзы), и ретина (почти полное отсутствие течений обуславливает отложение илов; дно испещрено отверстиями, сделанными животными-эндобионтами, ровная поверхность дна усеяна офиурами). В полузакрытых бухтах домифорные ландшафты наблюдаются на глубинах 10—20 м, а ретина — на больших глубинах — около 40 м. Со стороны открытых побережий аналогичные фации отмечаются на глубинах 30 и более 50 м соответственно, что обусловлено повышенной гидродинамикой в открытых участках.

Группа фациальных рядов, приуроченных к открытым берегам, характеризуется высокой энергией волн. Эти районы подвержены интенсивному волновому воздействию со стороны открытого моря, где протяженность акваторий позволяет развиваться волнам, имеющим большую длину и высоту. Происходит интенсивное воздействие ветрового волнения на дно, причём воздействие это начинается с тем большей глубины, чем больше длина и высота волн. Поэтому, как только глубина моря становится равной 8—10-ти высотам приходящих волн, осадок приходит в движение, отсортировываются пески с хорошо выраженными волновыми рифелями,

что характерно для ареноида. Это обусловило такую черту фациальных рядов группы берегов открытого моря, как смена домифорных ландшафтов на ареноид по направлению к берегу. При дальнейшем уменьшении глубины ареноид сменяется другими ландшафтами в зависимости от условий трансформации волновой энергии.

Наибольшие волновые нагрузки, максимальное гидродинамическое воздействие испытывают мысы, подводные выступы дна, открытые всем ветрам островки и кекуры и в гораздо меньшей степени — кутовые части бухт и заливов.

К наветренным сторонам островов или мысам и кекурам, характеризующимся крутым подводным склоном, с увеличением глубины приурочена следующая последовательная смена фаций: саксозий, концизий, ареноид, домифорные ландшафты, ретина. Этот ряд сформирован под воздействием мощных волн открытого моря, деформация которых происходит лишь при достижении глубин около 20—30 м.

В случае, когда наветренные склоны островов, участки дна у наветренных мысов или кекуров выположены, имеется следующий набор фаций: саксозий, концизий, пельтий, ареноид, домифорные ландшафты, ретина.

К скалистым берегам открытого моря с ровной береговой линией приурочены концизий, ареноид, домифорные ландшафты, ретина.

В том случае, когда острова, мысы и кекуры расположены в больших заливах, ориентированных в сторону открытого моря, их крутым наветренным подводным склонам будет соответствовать следующий фациальный ряд: концизий, фрактум, ареноид, домифорные фации, ретина.

На подводных склонах подветренных мысов островов открытого моря, по бортам открытых бухт прослеживаются фрактум, ареноид, домифорные ландшафты, ретина.

Наветренные выположенные склоны островов, расположенных в больших открытых заливах, представлены концизией, пельтием, фрактумом, конхием, ареноидом, домифорными ландшафтами, ретиной.

Перечисленные выше фациальные ряды характеризуются самой высокой энергетической нагруженностью из всех наблюдаемых и большим набором автотрофных фаций, в которых твердый субстрат покрыт бактериальными пленками и водорослями. Ареноид, домифорные ландшафты и ретина представляют гетеротрофные звенья этих рядов.

В вершинах открытых бухт по мере увеличения глубины отмечается следующая смена фаций: ареноид, домифорные ландшафты, ретина. Такие участки морского дна сплошь гетеротрофны, здесь на дне испытывается дефицит органического вещества.

Когда на входе открытых бухт расположены небольшие островки или близлежащие острова искажают волновую картину, в кутовой части таких бухт наблюдается следующая смена фаций: ареноид, сегетий, снова ареноид, домифорные ландшафты, ретина.

В кутовой части глубоко врезанных в сушу бухт, ориентированных своей горловиной в сторону открытого моря, от береговой линии на глубину отмечаются сегетий, ареноид, домифорные фации, ретина.

Два последних фациальных ряда характерны для кутовых частей заливов и бухт, куда заходят волны открытого моря. Однако из-за дивер-

генции волнения, постепенного уменьшения глубины бассейна происходит диссипация волновой энергии и вершины заливов и бухт при таких условиях зарастают морскими травами, образуя ландшафт сегетий, обладающий самыми высокими продукционными характеристиками. Во время же катастрофических штормов морские травы подмываются и вырываются волнами и бывают выброшены на берег в виде валов. После прохождения такого шторма с течением времени ситуация восстанавливается, и вновь вершины бухт зарастают травами.

Группа фациальных рядов, приуроченных к мысам, линейным берегам и подводным грядам, расположенным в волновой тени, включает в себя пять ландшафтных последовательностей. Эта группа характерна для районов с высокой волновой нагруженностью, однако характер ветрового волнения здесь иной, чем в предыдущей группе, и отличается тем, что воздействие волнения на дно по направлению к берегу ослаблено. Отличительной чертой этой группы является то, что с уменьшением глубины на смену ретине, а затем домиформным ландшафтам приходит фрактум, часть осадков которого подвижна во время сильных штормов, а в период затишья здесь могут отлагаться мелкие фракции.

На выположенных подводных склонах у кекуров или берегов, которые не выдаются в море и находятся под воздействием волнения, энергия которого уменьшена влиянием береговых морфоструктур или близрасположенными островами, отмечена следующая последовательность ландшафтов от берега на глубину: саксозий, концизий, пельтий, фрактум, домиформные фации, ретина.

В случаях, когда линейные берега расположены под углом к фронту преобладающего волнения, часть волновой энергии расходуется на вдольбереговые волновые течения, а ударное воздействие волнения ослабляется. Для подводных склонов подобных побережий характерна такая смена фаций: концизий, пельтий, фрактум, домиформные ландшафты, ретина.

Для подветренных мысов небольших островов и каменистых гряд, расположенных в ветровой тени, характерна следующая смена фаций вниз по склону: концизий, фрактум, домиформные ландшафты, ретина.

На выположенных подводных склонах, примыкающих к подветренным мысам островов, с глубиной на смену фрактуму приходят домиформные фации, а затем ретина.

В зоне волновой тени, в «волновых карманах», которые образуются между хаотически расположенными небольшими островками, иногда образуется следующая последовательность фаций: сегетий, фрактум, домиформные фации, ретина. Подобные ситуации встречаются редко, и их ареалы невелики.

Просмотрев состав фациальных рядов этой группы, следует отметить преобладание автотрофных фаций, производящих и экспортирующих органическое вещество.

Особую группу представляют фациальные ряды, приуроченные к риазовым бухтам, широко распространенным в Южном Приморье. Сходные физико-географические условия наблюдаются на подводных склонах подветренных бухт островов, а также вокруг островов, расположенных в крупных заливах, в которых из-за ограниченности акватории не может развиваться волнение, по параметрам схожее с волнением от-

крытого моря. Характерной чертой этой группы является наличие во всех рядах конхия, в котором дно сложено преимущественно створками раковин и который с уменьшением глубины приходит на смену домиформным ландшафтам. В конхии не происходит аккумуляции осадков. Здесь находится зона транспорта мелких фракций.

На входных мысах риасовых бухт, в зоне конвергенции волнения от берега на глубину, концизий, представленный глыбовыми развалами, сменяется конхией, затем прослеживаются домиформные ландшафты и ретина.

У островов и подводных гряд, расположенных в больших заливах на выположенных подводных склонах, отмечена такая последовательность фаций, когда по направлению от береговой линии концизий сменяется пельтием, далее фрактум, затем конхий, домиформные ландшафты, ретина.

Борта бухточек в риасовых заливах и склоны вокруг подветренных подводных гряд представлены следующим рядом фаций: фрактум, конхий, домиформные фации, ретина.

С подветренной стороны островов от скалистого берега на глубину прослеживается последовательность фаций: фрактум, ареноид, конхий, домиформные ландшафты, ретина.

Подветренные слабо врезанные бухточки островов характеризуются следующей сменой фаций: ареноид, конхий, домиформные фации, ретина.

В подветренных бухтах островов встречаются небольшие каменистые мысы. К ним приурочена такая последовательность фаций: фрактум, ареноид, сегетий, конхий, домиформные ландшафты, ретина.

В риасовых заливах берега обычно имеют изрезанную береговую линию, образуя многочисленные небольшие бухточки. От вершин таких бухточек, хорошо защищенных от интенсивного волнового воздействия, прослеживается ряд фаций: сегетий, конхий, домиформные фации, ретина.

В составе фаций этой группы и в их трофических характеристиках можно отметить преобладание гетеротрофного звена в фациальных рядах. Лишь два последних примера являются исключением в этой группе.

Последняя группа фациальных рядов тихих бухт приурочена к вершинам глубоко врезанных в сушу заливов и бухт, где из-за мелководности, ограниченности акватории не может развиваться интенсивное волнение, а волновая энергия приходящих извне волн чрезвычайно ослаблена. Поэтому пологие мелководные склоны покрыты сплошными зарослями морских трав, что обуславливает развитие сегетия во всех фациальных наборах этой группы. Из мест, где обширные пространства занимает сегетий — автотрофный тип фации, происходит экспортирование органического вещества в другие ландшафты.

В целом в структуре выделенных фациальных рядов отражены характер взаимодействия между водной массой, берегом и биотой.

ЛИТЕРАТУРА

- Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Хайлов К. М.* Океан: Активные поверхности и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 192 с.
- Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Хайлов К. М.* Океан. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 134 с.
- Алеев Ю. Г.* Экоморфология. Киев: Наук, думка, 1986. 423 с.
- Амбарцумян В. А., Казютинский В. В.* Методология и логика развития современного естествознания // Вестн. АН СССР. 1975. № 3. С. 28—39.
- Анненская Г. Н., Видина А. А., Жучкова В. К.* и др. Морфологическое изучение географических ландшафтов / Ландшафтоведение. М.: Изд-во МГУ, 1963.
- Арзамасцев И. С., Мурашвери А. М.* Типология донных ландшафтов Японского моря: Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 160 с.
- Арманд Д. Л.* Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 288 с.
- Арнольди К. В., Арнольди Л. В.* О некоторых основных понятиях экологии применительно к учению о биоценозах // Вопросы экологии. Киев, 1962. Т. 4. С. 6—9.
- Беклемишев К. В.* О природе биогеографических доказательств: Морская биогеография. М.: Наука, 1982. 312 с.
- Берг Л. С.* О причинах сходства фауны северных частей Атлантического и Тихого океанов // Изв. Рос. акад. наук 1918. № 16. С. 1835—1842.
- Берг Л. С.* Климатические пояса земли // Изв. Геогр. ин-та. 1925. Вып. 5. С. 21—47.
- Берг Л. С.* Фация, географические аспекты и географические зоны // Изв. ВГО. 1945. Вып. 3. С. 162—163.
- Вилли К., Детье В.* Биология: (Биологические процессы и законы). М.: Мир, 1974. 824 с.
- Вернадский В. И.* Несколько слов о ноосфере // Успехи соврем. биологии. 1944. Т. 18, вып. 2. С. 135—143.
- Гурьева З. И., Петров К. М., Шарков В. В.* Аэрофотометоды геолого-геоморфологического исследования внутреннего шельфа и берегов морей: Атлас аннотированных аэрофото-снимков. Л.: Недра, 1976. 227 с.
- Гурьянова Е. Ф.* Теоретические основы составления карт подводных ландшафтов // Вопросы биостратиграфии континентальных толщ. М.: Гостеолтехиздат, 1959. С. 35—48.
- Денисов Н. Е.* Методика обследования количественных сборов и картографирования бентоса шельфа с применением водолазной техники // Подводные методы в морских биологических исследованиях. Апатиты: Кол. фил. АН СССР, 1979. С. 85—104.
- Денисов Н. Е., Мокиевский О. Б.* Подводные исследования бентоса в Белом море // Морские подводные исследования. М.: Наука, 1969. С. 66.
- Дерюгин К. М.* Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Акад. наук, Сер. 8, 34, 1. 1915. 920 с.
- Докучаев В. В.* Учение о зонах природы. М.: Географгиз, 1948. 62 с.
- Зернов С. А.* Общая гидробиология. М.: Биомедгиз, 1934. 467 с.
- Исаченко А. Г.* Основные вопросы физической географии. Л., 1953. 392 с.
- Исаченко А. Г.* Задачи и методы ландшафтных исследований // Изв. ВГО. 1955. Вып. 5.
- Исаченко А. Г.* Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М.: Высш. шк. 1965. 327 с.
- Колесник С. В.* Горные ледниковые районы СССР. М.; Л.: Гидрометеоиздат, 1937. 181 с.
- Калесник С. В.* Основы общего землеведения. М.; Л.: Учпедгиз, 1947. 484 с.
- Калесник С. В.* Краткий курс общего землеведения. М.: Географгиз, 1957. 264 с.
- Кафанов А. И., Несис К. Н.* Заключительные замечания // Морская биогеография. М.: Наука, 1982. С. 300—307.

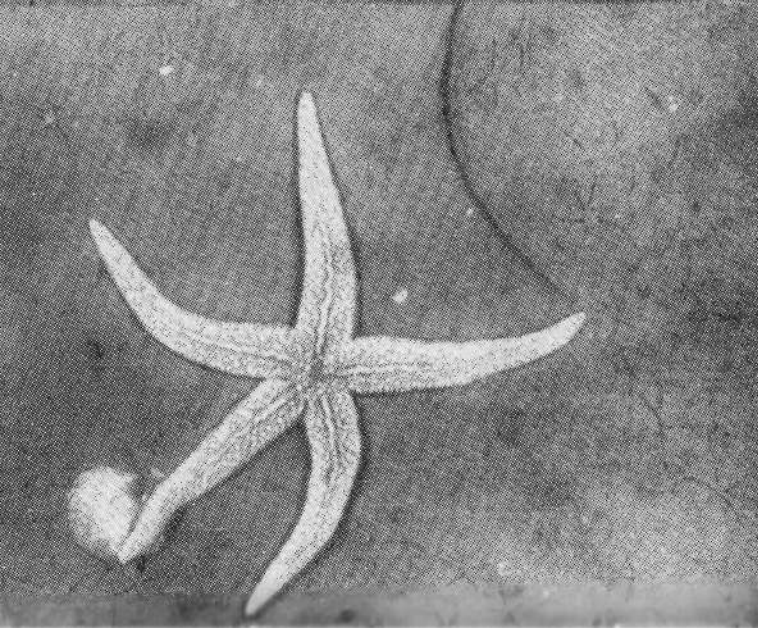
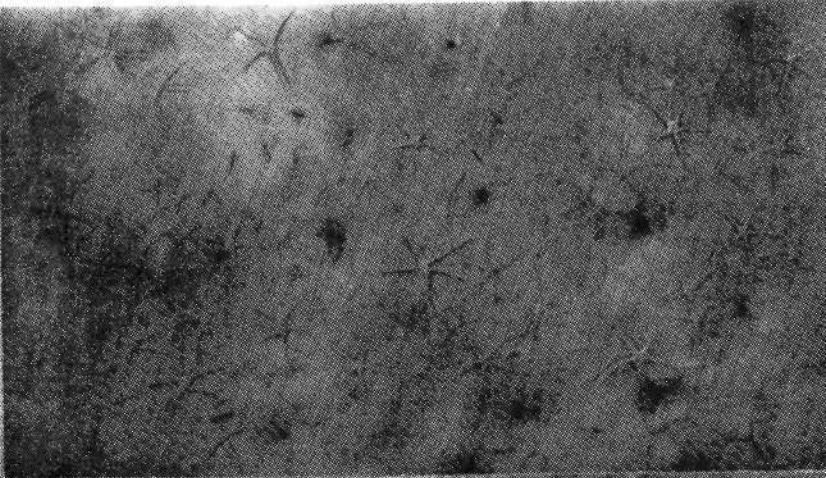
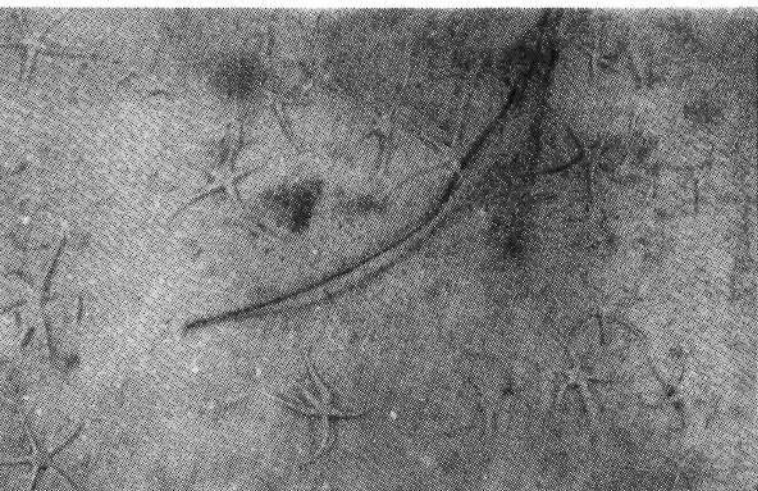
- Кашкаров Д. И. Основы экологии животных. М.; Л.: Медгиз, 1938. 601 с.
- Кленова М. В. Геология моря. М.: Учпедгиз, 1948. 493 с.
- Криштофович А. Н. Геологический словарь. М.: Гостеолтехиздат. 1955. 403 с.
- Линдберг Г. У. Картографирование подводных ландшафтов с целью изучения закономерностей распределения животных // Вопросы биостратификации континентальных толщ. Л., 1959. С. 79—103.
- Логвиненко Н. В. Морская геология. Л.: Недра, 1980. 343 с.
- Лопатин Б. Г., Борщева П. А., Власова Н. П. и др. Методические рекомендации по изучению донных образований Арктического шельфа. Л.: НИИГА, 1981. 80 с.
- Мануйлов В. А. Ландшафтная структура рiasовой береговой зоны: На примере залива Петра Великого Японского моря: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л.: ЛГПИ. 1986. 16 с.
- Методы комплексного картирования экосистем шельфа / В. Г. Коноваленко, Б. В. Преображенский, Б. В. Поярко. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1980. 112 с.
- Мильков Ф. Н. Ландшафтная география и вопросы практики. М.: Мысль, 1966. 256 с.
- Мильков Ф. И. Ландшафтная сфера Земли. М.: Мысль, 1970. 256 с.
- Мурахеверы А. М. Визуальные картировочные признаки подводных ландшафтов // Методы комплексного картирования экосистем шельфа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 51—58.
- Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 1. 534 с.
- Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. М.: Прогресс, 1974. 224 с.
- Одум Ю. Экология. М.: Просвещение, 1968. 168 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.
- Охрана ландшафтов: Толковый словарь. М., 1982. 272 с.
- Петров К- М. Подводные ландшафты черноморского побережья Северного Кавказа и Таманского побережья // Изв. ВГО. 1960. Т. 92, вып. 5. С. 392—405.
- Петров К- М. Природное районирование мелководья у черноморских берегов Таманского полуострова и северо-западного Кавказа: Опыт картирования растительности и почв по аэроснимкам. М.; Л.: Наука, 1964. 163 с.
- Петров К. М. Методика ландшафтного исследования береговой зоны моря // Морские подводные исследования. М.: Наука, 1969. С. 136.
- Петров К. М. Береговая зона моря как ландшафтная система // Изв. ВГО. 1971. Т. 103, вып. 5. С. 391—396.
- Петров К- М. Комплексное физико-географическое изучение морских мелководий // Там же. 1973. Т. 105, вып. 2.
- Петров К- М. Основные черты физико-географического процесса в мировом океане // Теоретические вопросы физической и экономической географии Мирового океана: Материалы VII съезда Геогр. о-ва СССР. Л., 1980. С. 24—36.
- Петров К. М. Аксиоматические основы теории физической географии океана // Географические проблемы Мирового океана: Материалы VIII съезда Геогр. о-ва СССР. Л., 1985. С. 13—22.
- Плахотник А. Ф. Структура наук об океане. М.: Мысль, 1981. 144 с.
- Польнов Б. Б. Ландшафты и почва // Природа. 1925. № 1. С. 73—84.
- Польнов Б. Б. Учение о ландшафтах // Вопросы географии. 1953. Вып. 33. 234 с.
- Пономарева И. Н. Экология растений с основами биогеоценологии: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1978. 207 с.
- Преображенский Б. В. Ландшафт как характеристика экосистемы // Методы комплексного картирования экосистем шельфа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 23—28.
- Преображенский Б. В. Основные задачи морского ландшафтоведения // География и природные ресурсы. 1984. № 1. С. 15—22.
- Рамад Ф. Основы прикладной экологии: Воздействие человека на биосферу. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 543 с.
- Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. П., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 471 с.
- Рейнек Г.-Э., Синх И. Б. Обстановки терригенного осадкоаккумуляции: С рассмотрением терригенных кластических осадков. М.: Недра, 1981. 439 с.
- Советский энциклопедический словарь М.: Сов. энциклопедия, 1979. 1600 с.
- Солцев П. А. О морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии. 1949. Вып. 16. С. 61—86.

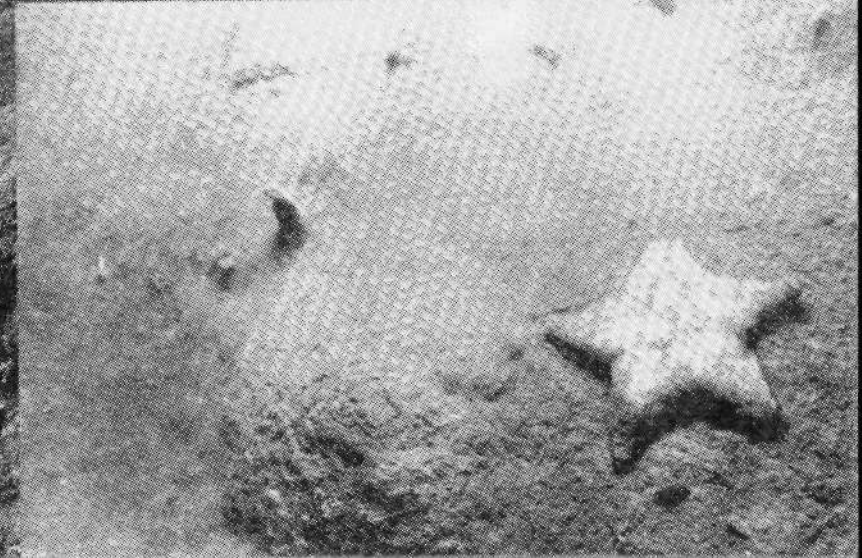
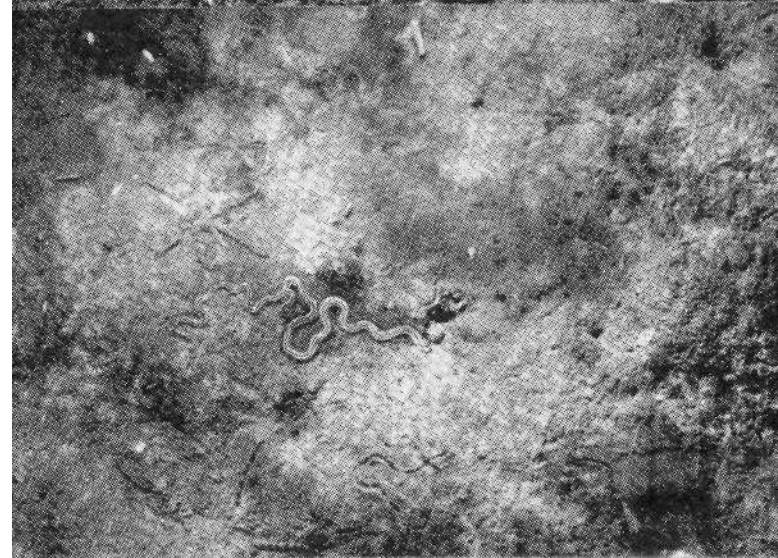
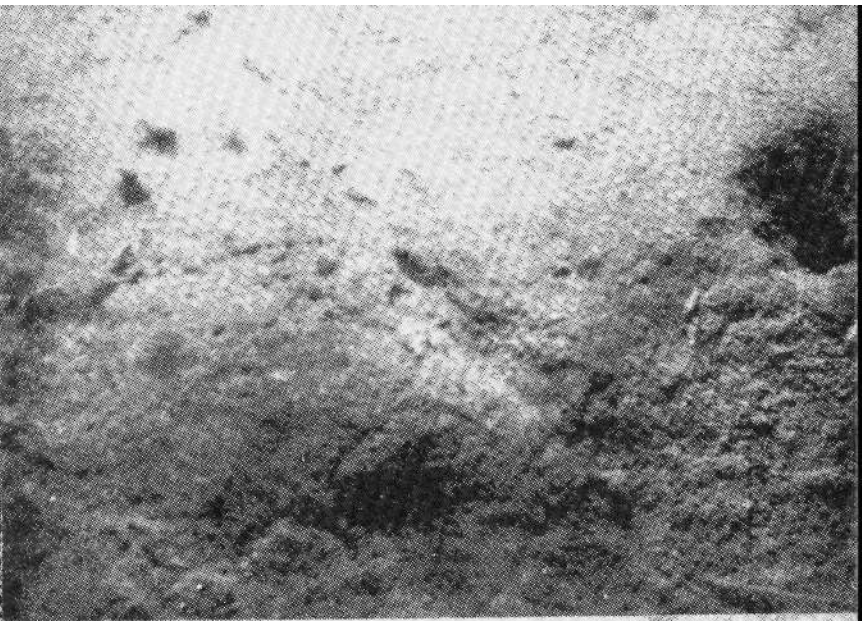
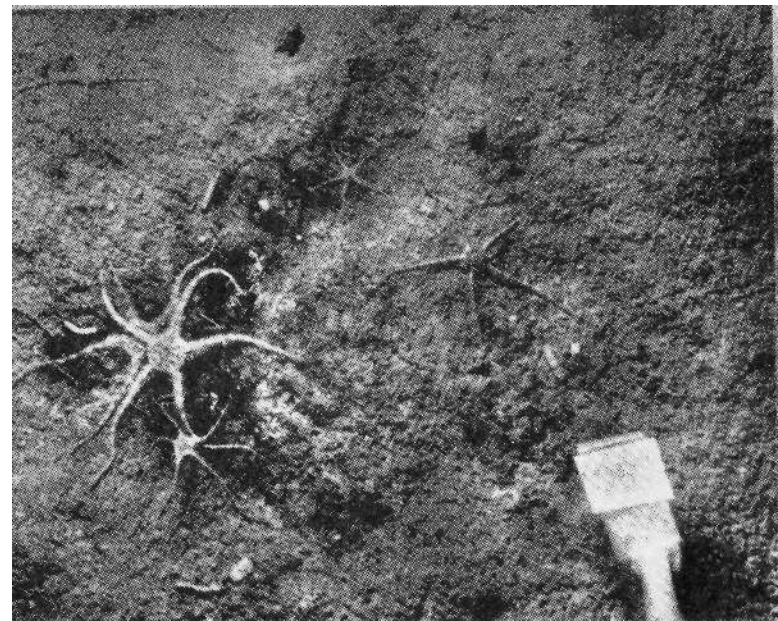
- Солнцец В. Н.* О трудностях внедрения системного подхода в физическую географию: Системные исследования природы // Вопросы географии. 1977. Вып. 104. С. 20—36.
- Сочава В. Б.* Учение о геосистемах — современный этап комплексной физической географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 3. С. 56—68.
- Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
- Сукачев В. Н.* Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 467—482.
- Тимофеев-Ресовский Н. В., Тюрюканов А. Н.* Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП, 1966. Вып. 1. С. 25—34.
- Федоров В. В.* Методические рекомендации по проведению морских ландшафтных исследований в рыбохозяйственных целях. М.: ВНИРО. 1982. 56 с.
- Фимтьев И. Н.* Опыт точного определения основных понятий, касающихся распределения донных водных животных // Рус. гидробиол. журн. 1924. Т. 3, № 1/2.
- Черепанов В. В.* Сообщества абиссали южного Байкала и их количественная структура // Зоол. журн. 1970. Т. 49. С. 11—23.
- Шатский Н. С.* Аманд Грессли: Портреты геологов. М.: Наука, 1986. 304 с.
- Fredericks K.* Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land und fortwirtschaftlichen Zoologie. 2 Vols. Berlin: Paul Parey, 1930.
- Hertweg G.* Die Bewohner des Wattenmeeres in ihren Auswirkungen auf das Sediment / Ed. H.-E. Reineck. Das Watt Ablagerung und Lebensraum. Frankfurt: Kramer, 1970. S. 106—130.
- Koestler A.* Beyond atomism and holism — the concept of holon // Beyond reductionism. The Albach Symposium, 1968. London: Hutchinson, 1969. P. 192—232.
- Seilacher A.* Studien zur Paläologie // Neues Jahrb. Geol. Paleontol. Abhandl. 1953. Vol. 96. S. 421—452.
- Tansley A.* The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. Vol. 16, N 4. P. 284—301.
- Weydert P.* Etude Sedimentologique et hydrodynamique d'une couple de la partie du Grand Recif de Tulear (Madagascar). Tethys, 1971. Suppl. 1. P. 237—280.
- Weydert P.* Morphologie et sedimentologie de la partie meridionale du Grand Recif de Tulear (Madagascar): les ensembles sedimentaires de la ponte interne. Tethys, 1973. Suppl. 5. P. 133—156.

ОБЩИЙ ВИД ЛАНДШАФТОВ (фотомонтаж)

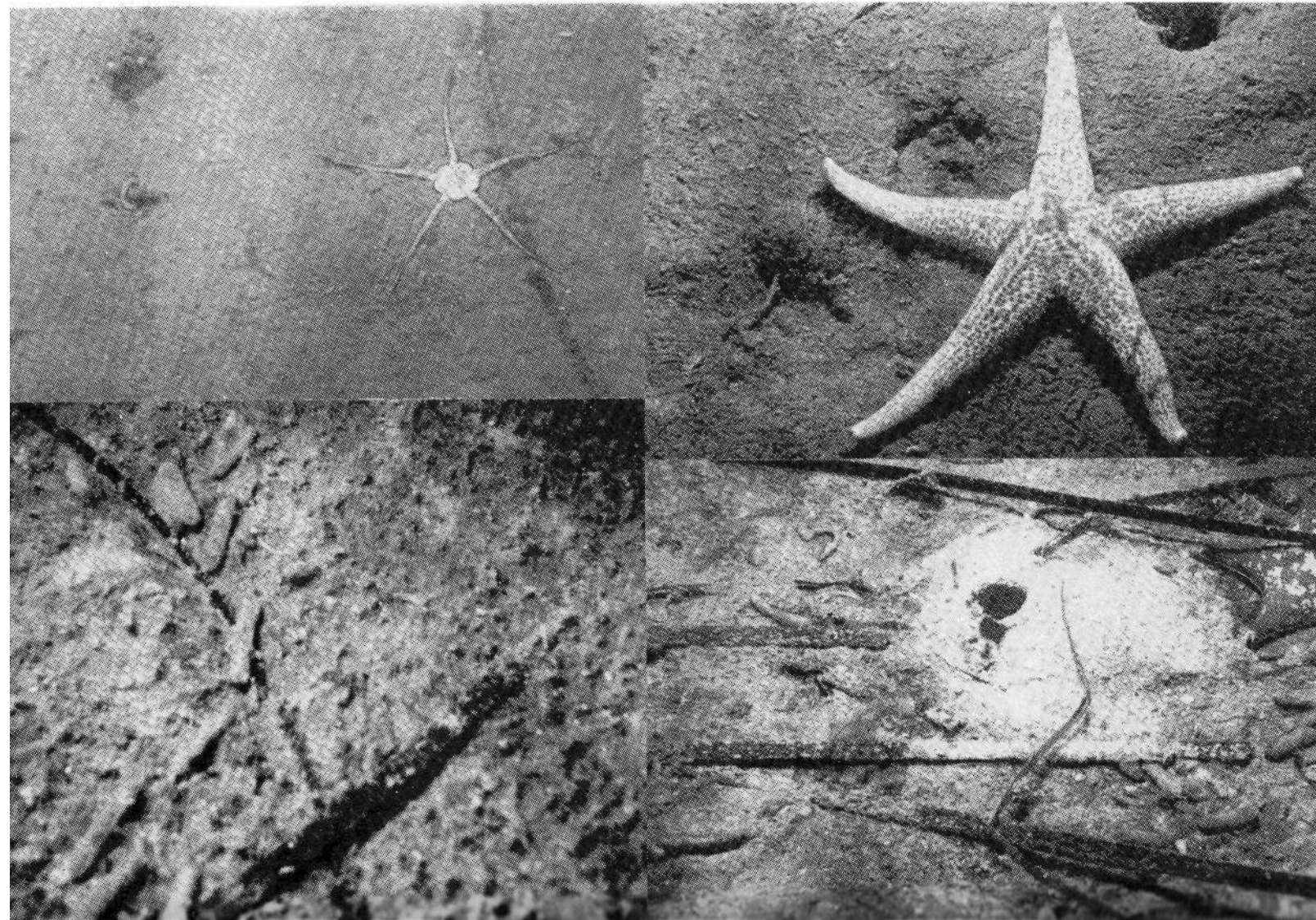
Подводные фотографии — это отдельные сюжеты, фрагменты реальной ситуации на морском дне. Поэтому в Приложении нами сделана попытка смонтировать из «мозаичных кусочков» характерные фотоизображения каждой фации, названия которых, диагнозы, подробные описания и многоплановые изображения приведены в тексте книги. Фотомонтаж, конечно, не отражает всего разнообразия физиономических свойств этих ландшафтов, однако позволяет одним взглядом охватить наиболее характерные, узнаваемые черты, что так необходимо для оперативной идентификации фаций в практической работе.

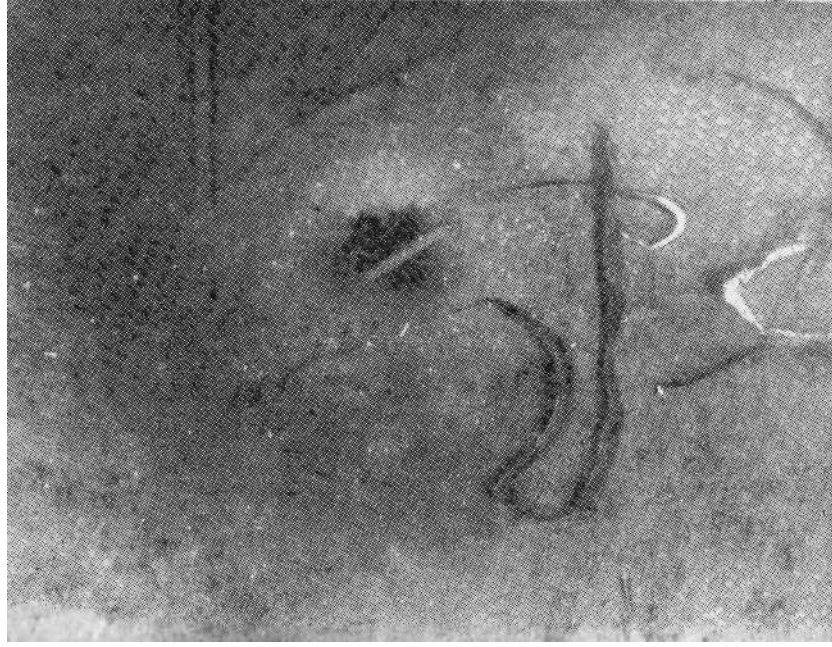
РЕТИНА



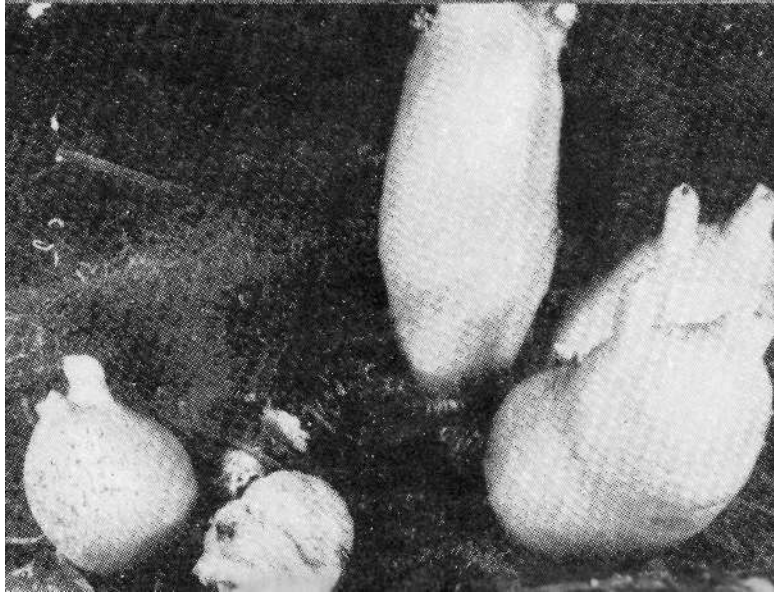
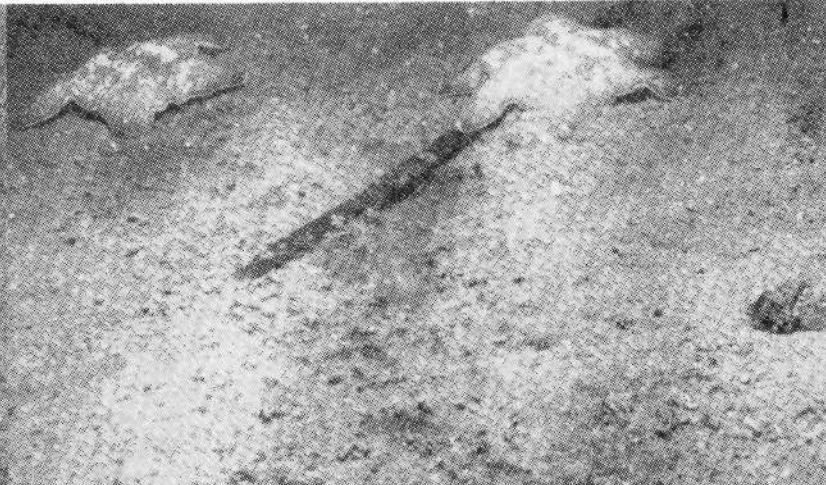
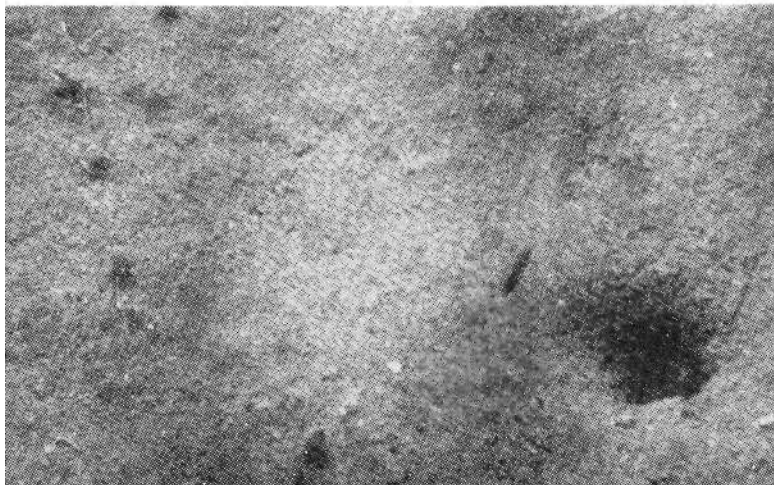


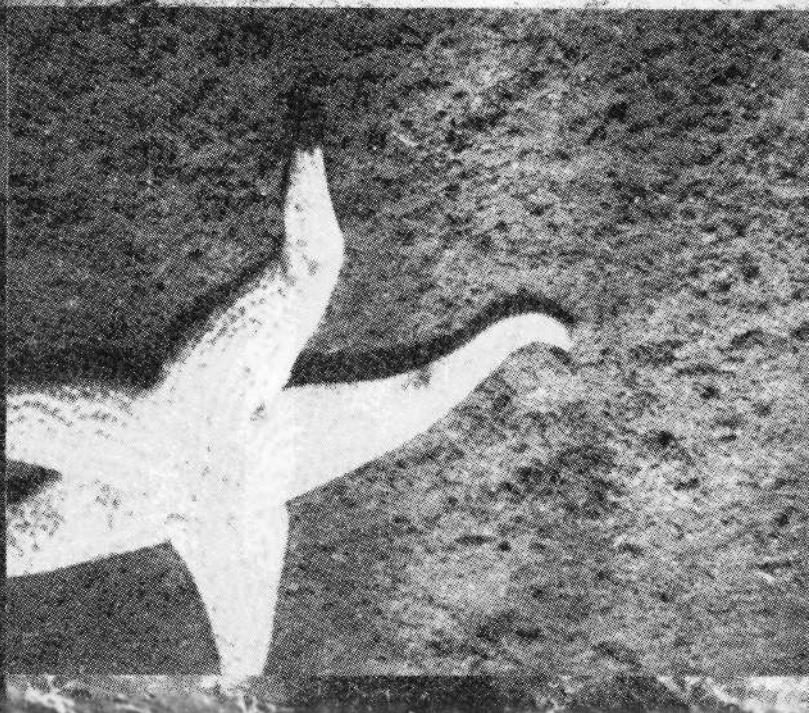
МЕТАГЕСТ



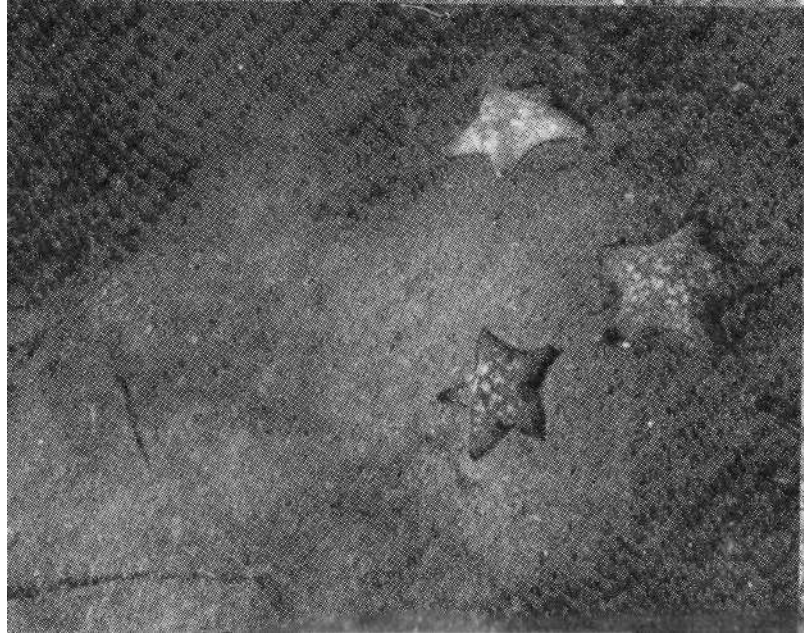


ВЕРРУКОИД



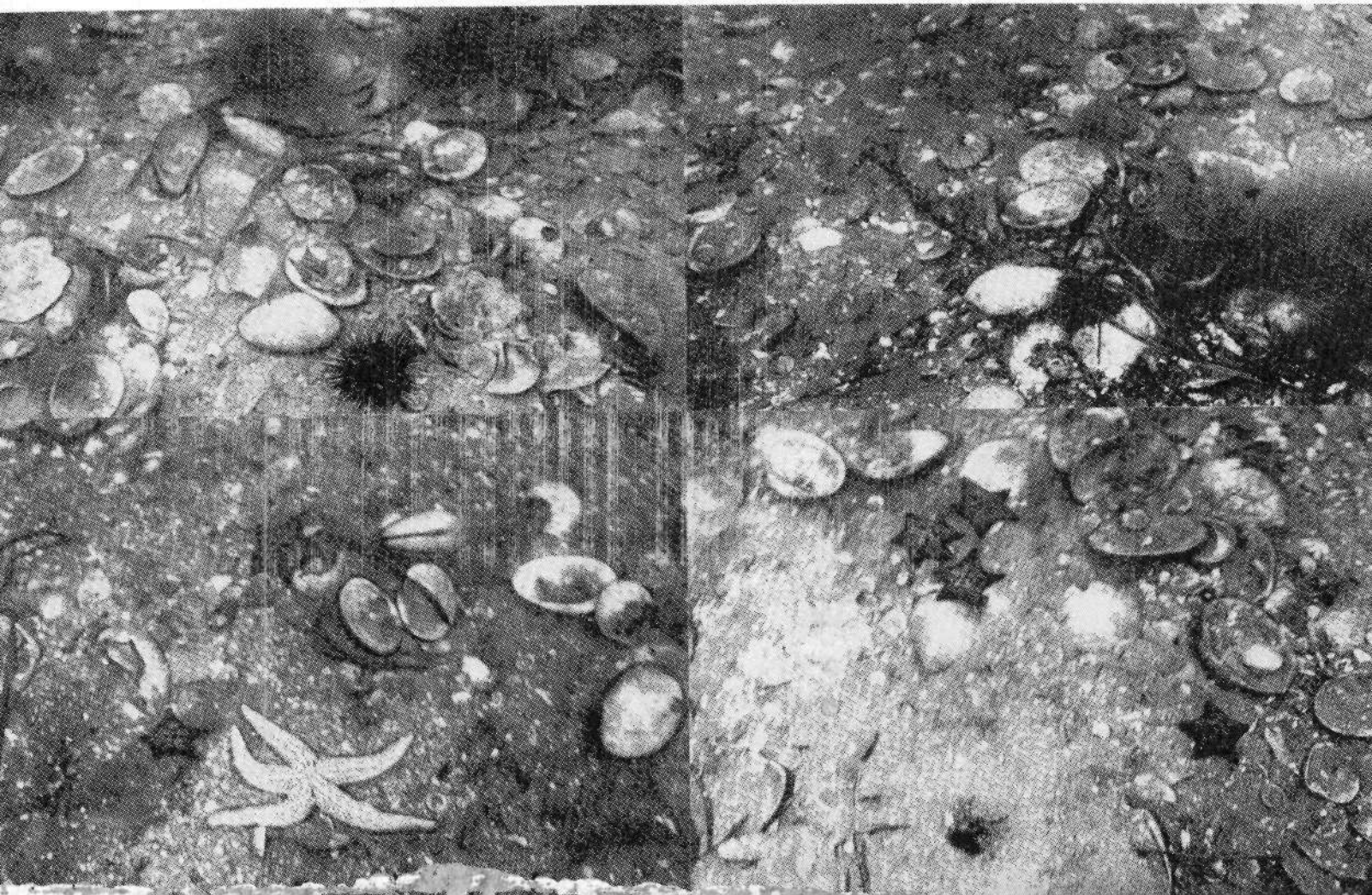


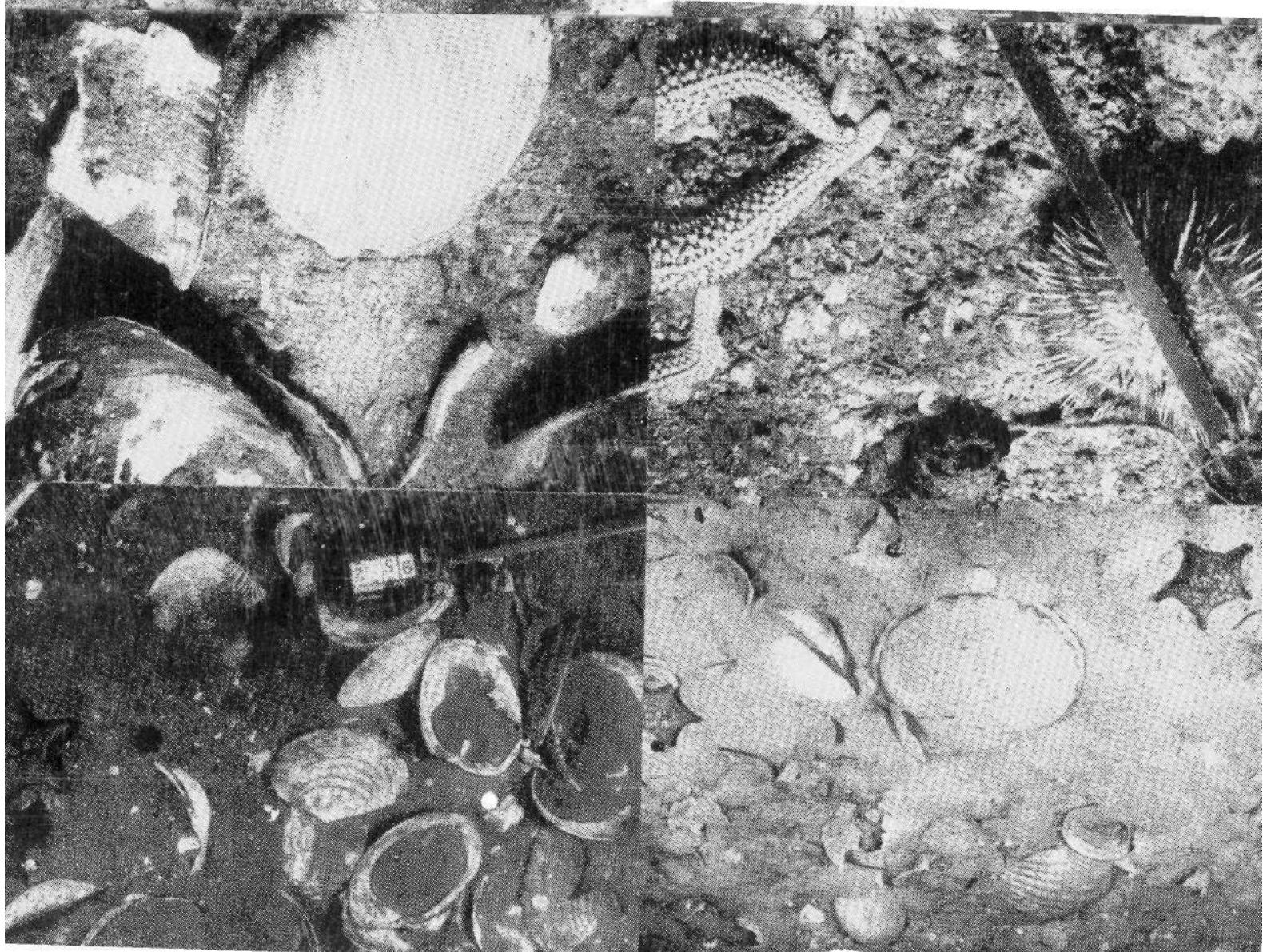
СКАТЕБРА





КОНХИЙ



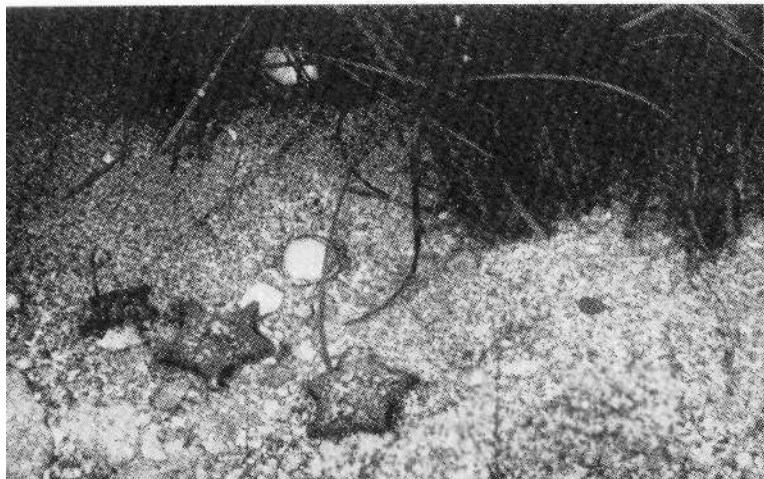


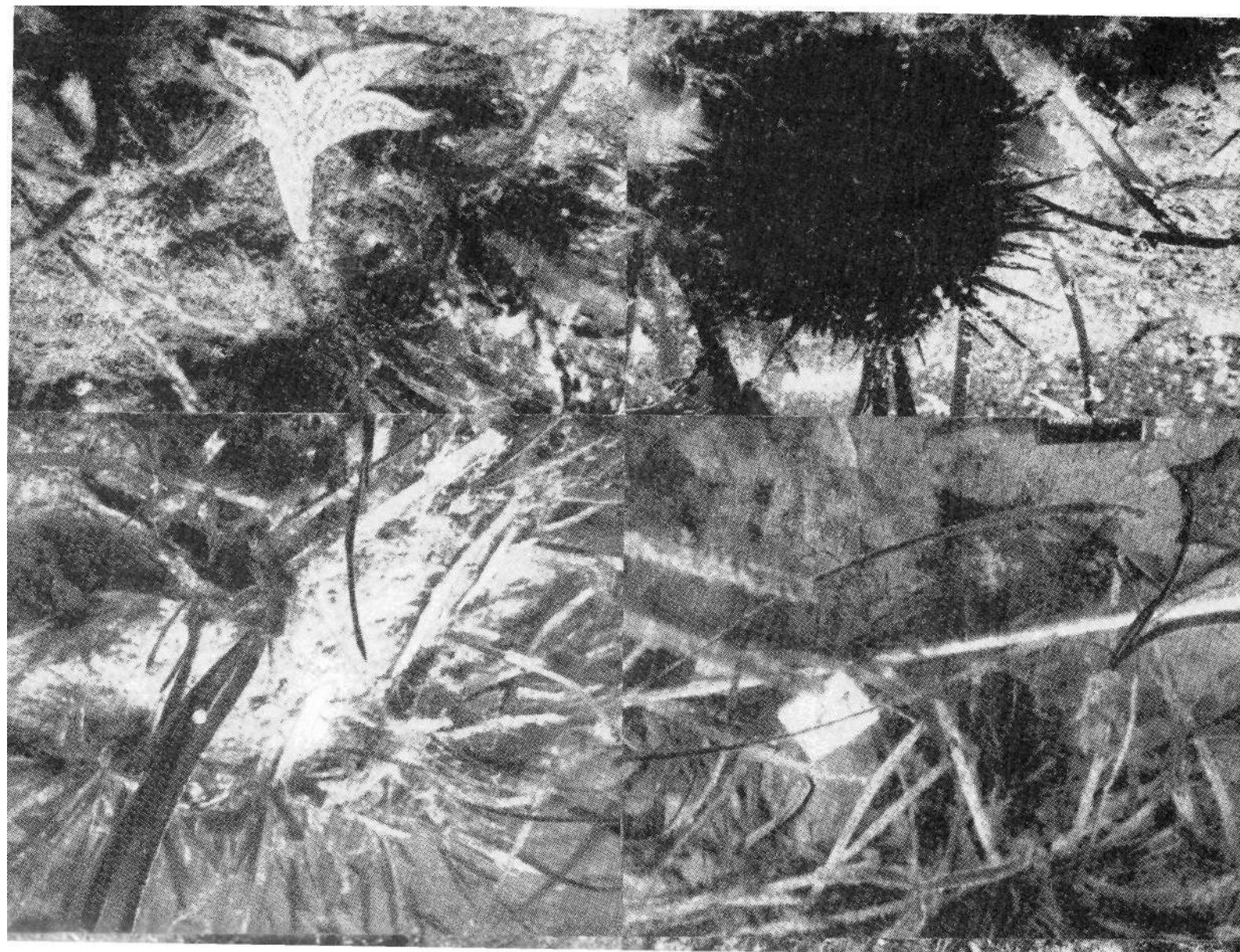
ФРАКТУМ



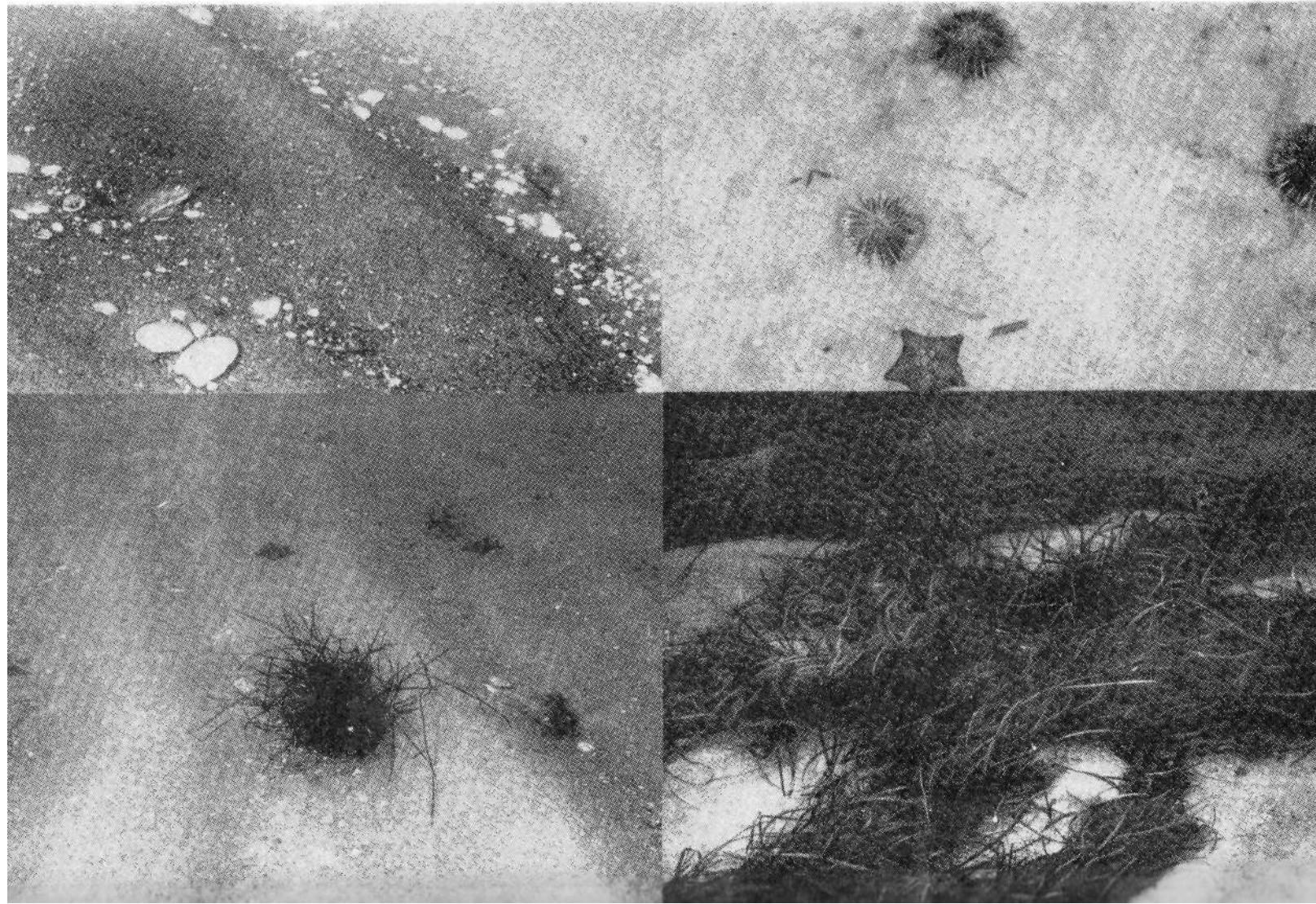


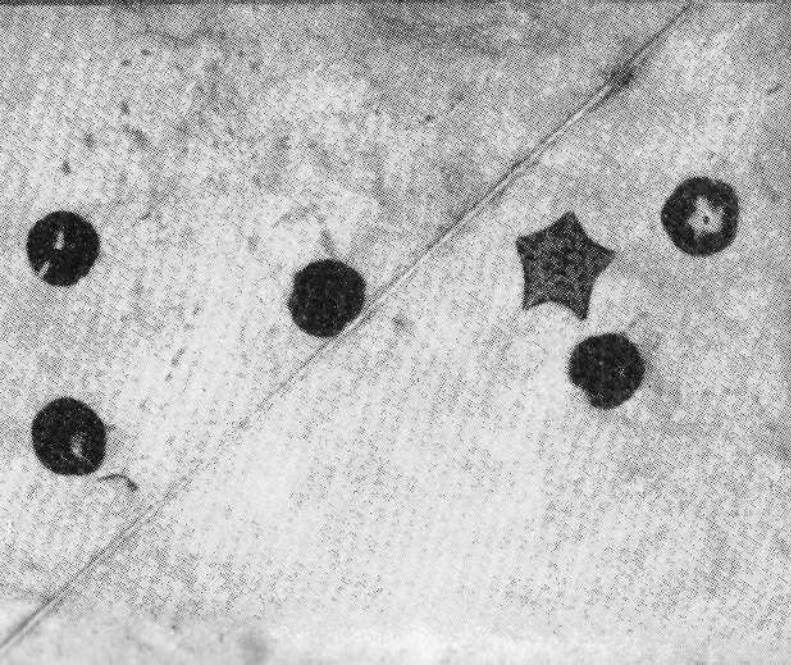
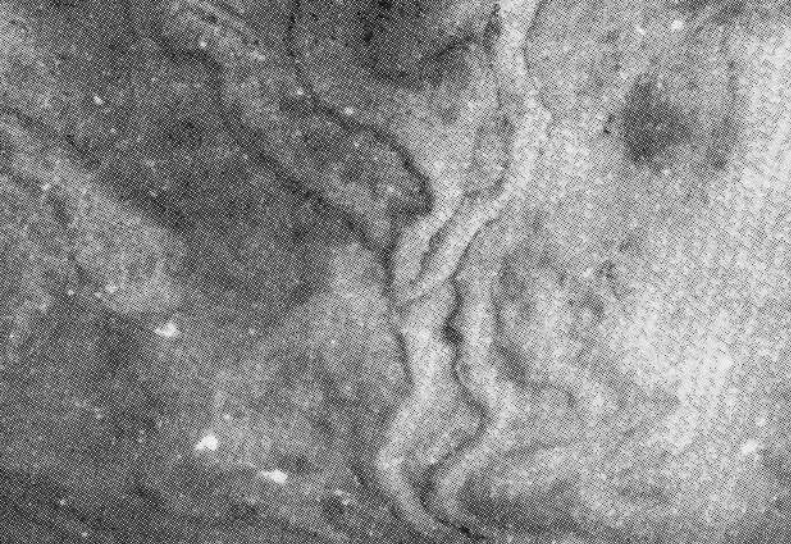
СЕГЕТИЙ





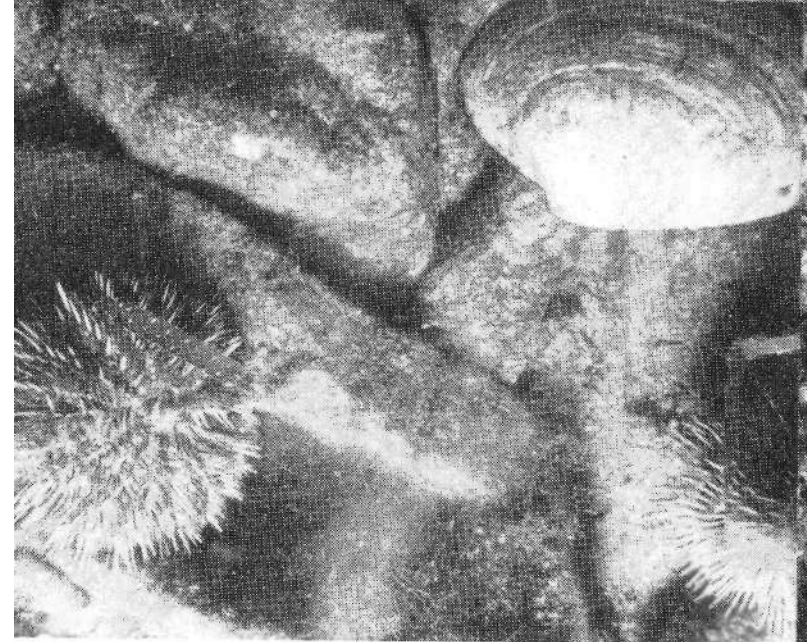
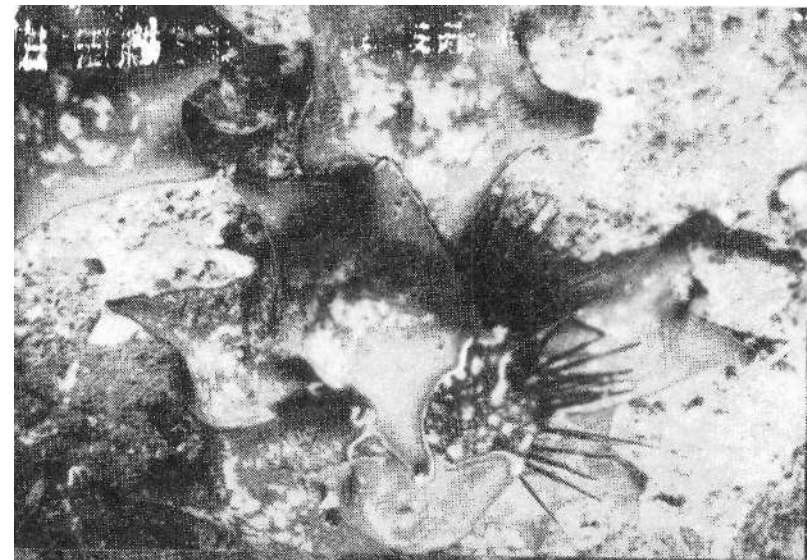
АРЕНОИД



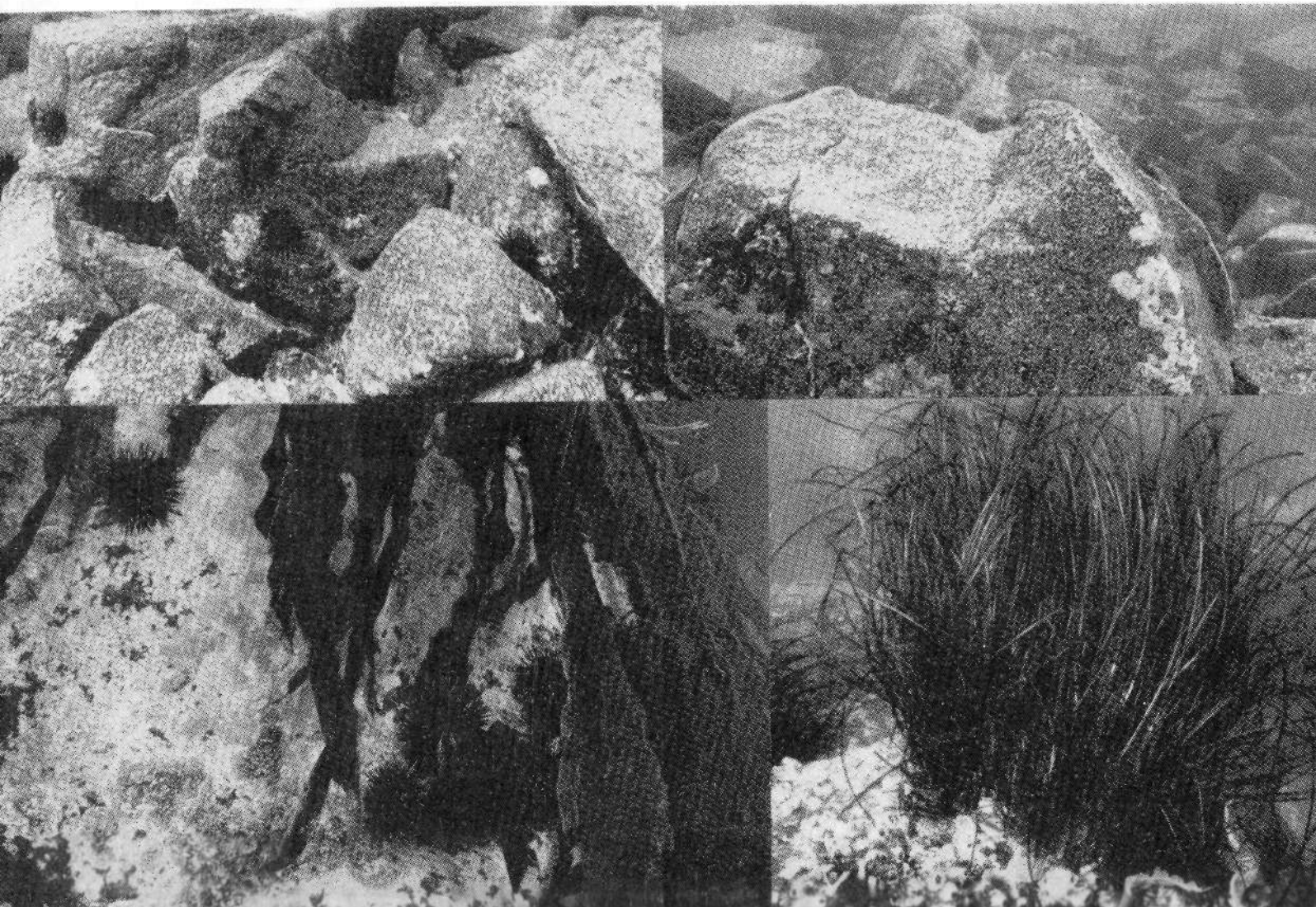


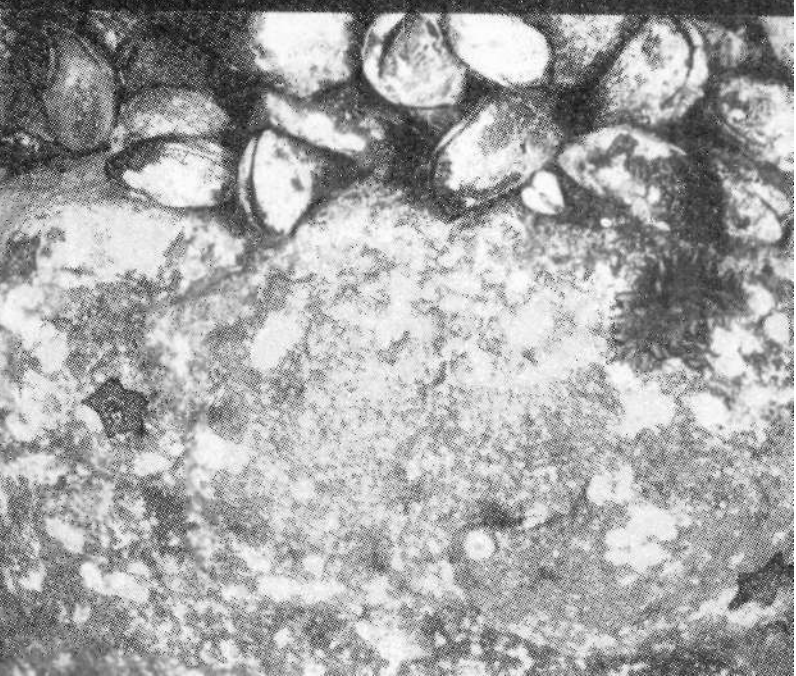
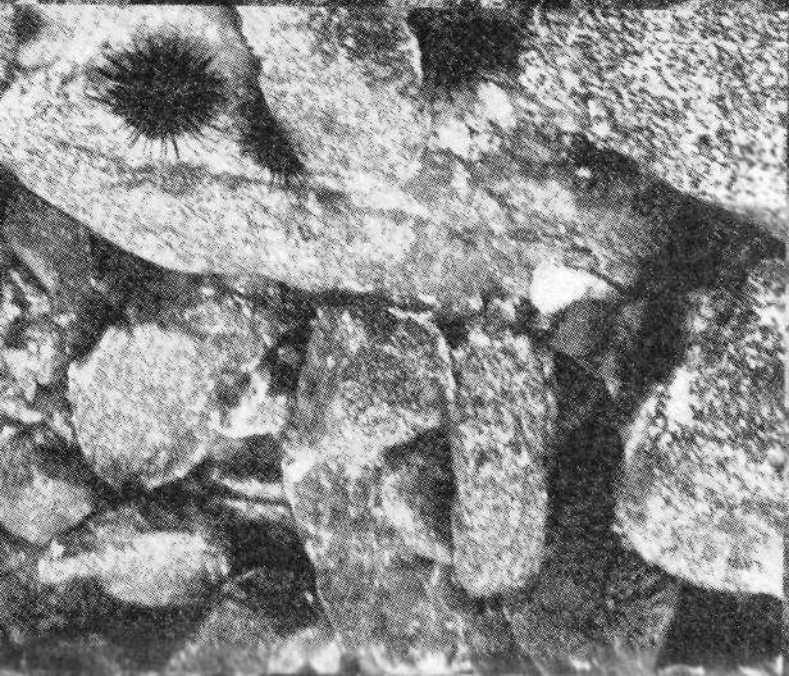
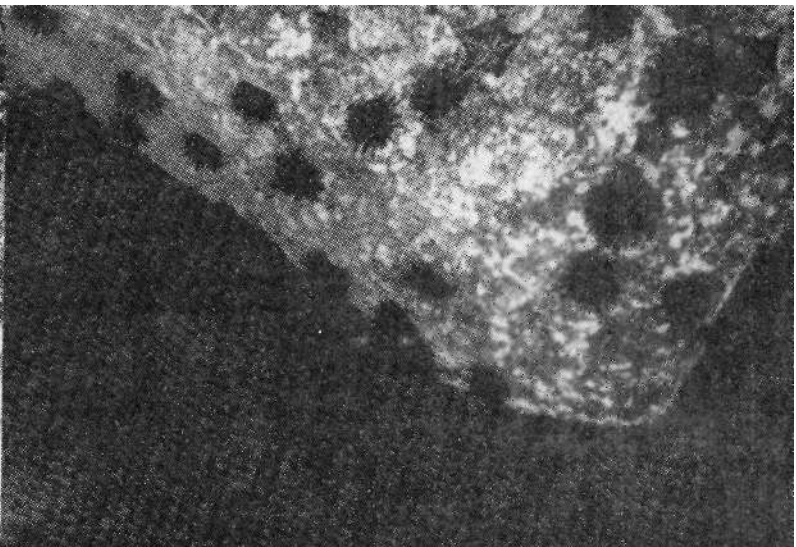
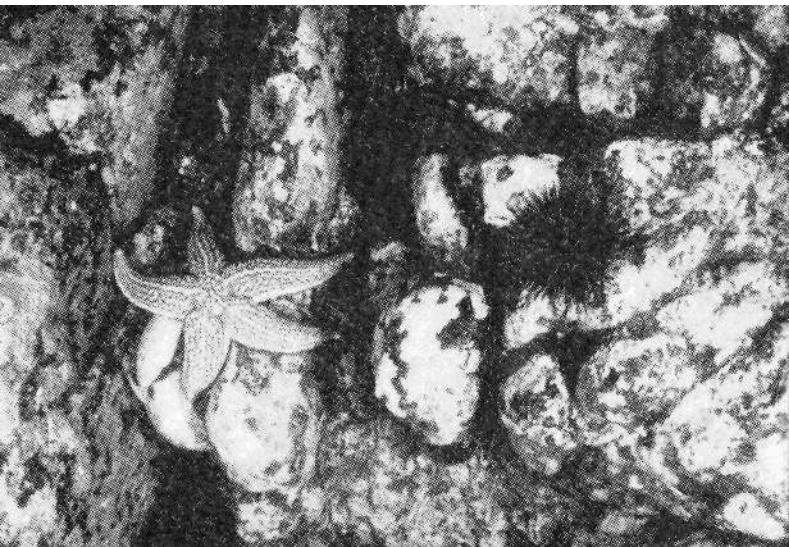
ПЕЛЬТИЙ



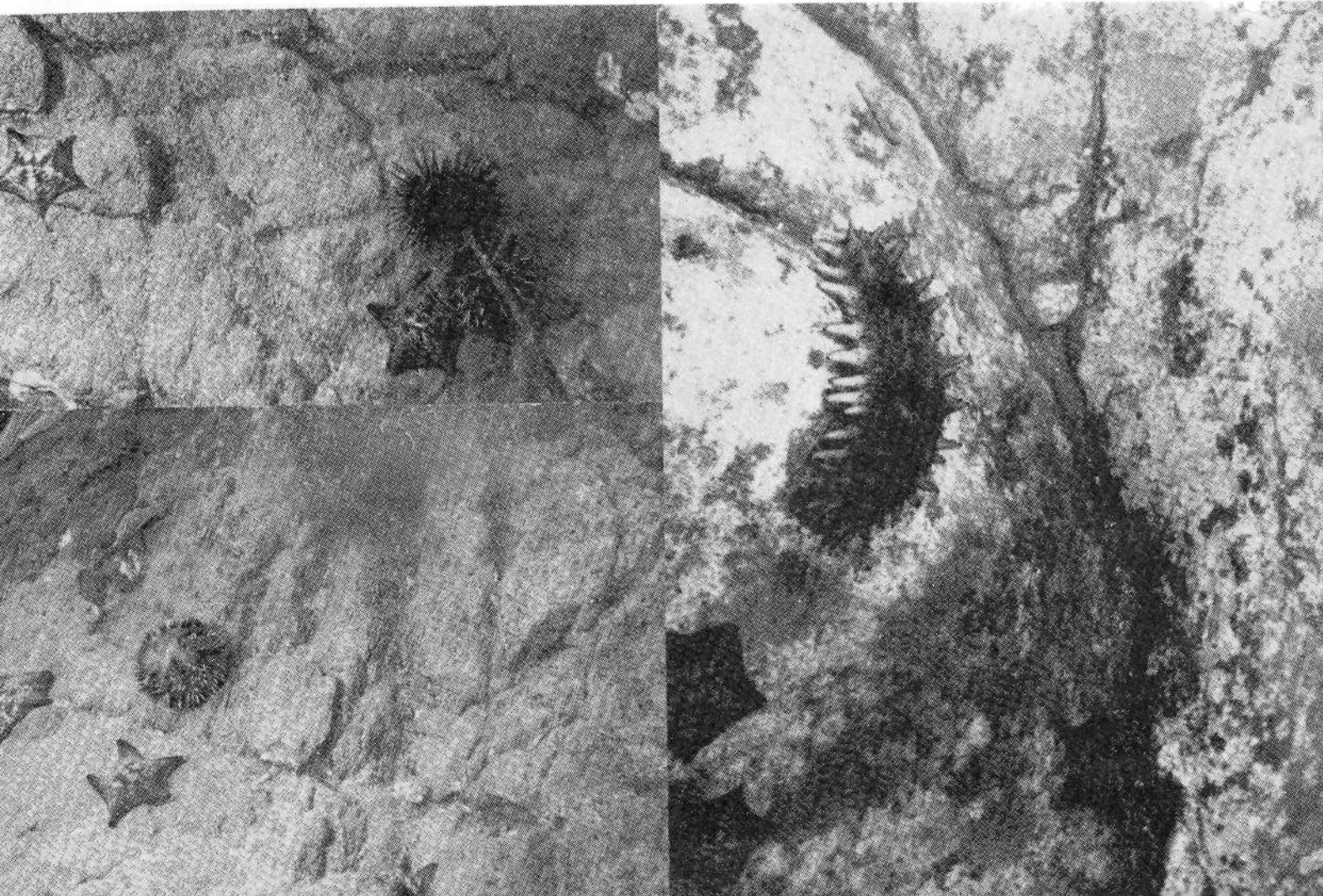


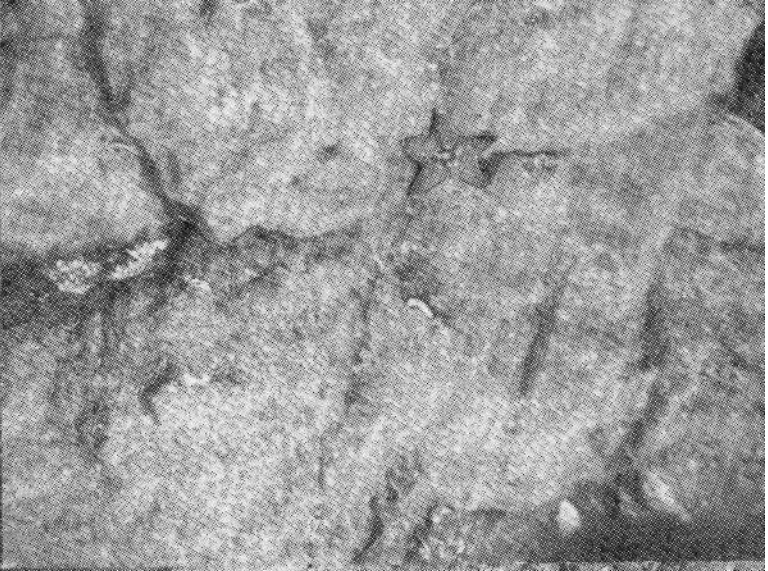
КОНЦИЗИЙ





САКСОЗИЙ





СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Предисловие. | 5 |
| Теоретические предпосылки подводного ландшафтоведения, „ | 7 |
| Из истории морского ландшафтоведения. | 19 |
| Структура подводного ландшафта. | 22 |
| Ландшафт. | 22 |
| Фация. | 23 |
| Биоценоз. | 26 |
| Биогеоценоз. | 28 |
| Биотоп. | 29 |
| Экосистема. | 29 |
| Геосистемы и уровни их организации. | 35 |
| Сравнительный анализ ландшафтов суши и моря. | 38 |
| Фенологический аспект ландшафта. | 42 |
| Система картировочных признаков. | 43 |
| Рельеф. | 46 |
| Вистигивитные признаки. | 48 |
| Зообентос. | 49 |
| Фитобентос. | 51 |
| Донные осадки. | 51 |
| Биоконструкционная система грунтов. | 51 |
| Типология подводных ландшафтов Приморья. | 58 |
| Ретина (59) Домиформные ландшафты (66) Метагест (67) Веррукоид (76) | |
| Скатебра (84) Конхий (96) Фрактум (107) Сегетий (120) Ареноид (130) | |
| Пельтий (155) Концизий (164) Саксозий (174) | |

| | |
|--|------|
| Парагенетические ассоциации фаций. | .180 |
| Примеры подводного ландшафтного картографирования. | .185 |
| Подводные ландшафты приостровной акватории. | .187 |
| Донные ландшафты полуоткрытой бухты. | .189 |
| Фациальные ряды | .190 |
| Литература. | .196 |
| Приложение. | .199 |

Научное издание

Арзамасцев Иван Сергеевич,
Преображенский Борис Владимирович

АТЛАС
ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ЯПОНСКОГО МОРЯ

Утверждено к печати
Тихоокеанским институтом географии
ДВО АН СССР

Художник Н. В. Илларионова
Художественный редактор И. Ю. Нестерова
Художественно-технический редактор И. Н. Жмуркина
Корректоры А. Б. Васильев, К. И. Келаскина

ИБ № 40110

Слано в набор 10.02.89.
Подписано к печати 25.08.89.
Т-16008. Формат 70X90'/i6
Бумага мелованная
Гарнитура литературная.
Печать офсетная
Усл. печ. л. 16,38. Усл. кр. отт. 54,41. Уч.-изд. л. 17,6
Тираж 2550 экз. Тип. зак. 2660
Цена 3 р. 60 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
117864 ГСП-7, Москва, В-485,
Профсоюзная ул., 90.

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6.



В Атласе приводятся изображения подводных ландшафтов Японского моря на примере южной части Советского Приморья. Типология и номенклатура подводных ландшафтов, методология и теоретическое обоснование подхода, изложение мето-

Зр. 60 к.

ATLAS OF UNDERWATER LANDSCAPES OF SEA OF JAPAN

дов и приемов подводной ландшафтной съемки и приведенные примеры практического подводного ландшафтного картографирования позволяют использовать Атлас не только для опознавания, оконтуривания и нанесения на карту донных природных комплексов регионально в Японском море, но и в качестве методического пособия при проведении подобных исследований в других морских бассейнах.

