

Ю. С. САЛИН

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ

МЕТОДЫ

В ПАЛЕОЭКОЛОГИИ

И БИОСТРАТИГРАФИИ

**НА ПРИМЕРЕ НЕОГЕНОВОЙ
УСТЬ-КАМЧАТСКОЙ СЕРИИ**



АКАДЕМИЯ НАУК СССР · СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Выпуск 161



ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR · SIBERIAN BRANCH
TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF GEOLOGY
AND GEOPHYSICS

Issue 161

Ю. С. САЛИН

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ
В ПАЛЕОЭКОЛОГИИ
И БИОСТРАТИГРАФИИ

(на примере неогеновой усть-камчатской серии)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
НОВОСИБИРСК

1972

В работе предложена методика количественного учета, основанная на анализе количественных показателей ископаемых сообществ — содержания окаменелостей, биоиндексов, количественных соотношений различных экологических и таксономических группировок, индексов вероятности встречи форм и др. Рекомендованы технические приемы по вычислению этих показателей и принципы их использования при восстановлении физико-географических условий кайнозойских бассейнов, а также расчленении и корреляции разрезов.

Приведено описание разрезов усть-камчатской серии, их расчленение и корреляция. Восстановлены физико-географические условия раннемиоценового усть-камчатского бассейна. Делается вывод о погружении исследованного района от уровня прибрежного мелководья до глубин в несколько километров, о смещении населения разных биоценозов в некоторых тафоценозах, об участии в формировании тафоценозов флишевой толщи спазматических мутьевых потоков.



In this work the author offers the methodics of quantitative calculation, based on the analysis of quantitative indices of fossil community: content of fossils, bio-indices, ratio of ecological and taxonomic classifications, indices of probable meeting of forms and so on. The work presents some technical devices of calculation of these indices and some principles of their utilization under restoration of physico-geographical conditions of Kainozoic basins, and also there is a certain information on dismemberment and correlation of sections.

The author describes some sections of Ust-Kamchatsk series, their dismemberment and correlation, restores the physico-geographical conditions of Early Miocene Ust-Kamchatsk basin. He also draws the conclusion that the investigated region has been immersed from the level of shoal to the depth of several kilometres and flysh thickness of turbidity currents has taken part in the formation of tafocenosis.

Ответственный редактор канд. биол. наук

Р. Л. Мерклин

Responsible editor Cand. Biol. Sci.

R. L. Merklin

ВВЕДЕНИЕ

При восстановлении физико-географических условий древних бассейнов по их ископаемому донному населению широко применяется принцип актуализма. Последовательность действий палеоэколога при таком подходе можно представить следующим образом.

Собрав в пласте и отпрепарировав окаменелости, палеоэколог определяет их систематическую принадлежность. Далее в литературе по экологии современных животных он собирает данные по условиям существования современных представителей установленных таксономических категорий. Полученные данные распространяет на ископаемых представителей тех же таксонов. С учетом количественных соотношений отдельных форм или группировок в коллекции (приблизительных или точных по количеству экземпляров) восстанавливает физико-географические условия древних бассейнов.

При таком подходе остаются неясными следующие важные вопросы.

1) Какие таксономические категории можно использовать при палеоэкологических реконструкциях? Если в коллекции мало современных видов или их совсем нет, имеет ли смысл собирать данные по условиям обитания современных представителей семейства, класса, типа для распространения полученных данных на ископаемых представителей тех же таксонов?

2) Насколько правомерно вообще прямое распространение данных по условиям обитания современных представителей таксона на ископаемых представителей того же таксона? Каковы границы применимости принципа актуализма в палеоэкологии?

Этот подход вызывает также некоторые возражения:

1) Количественные соотношения в коллекции могут не соответствовать истинным соотношениям в пласте.

2) Оценка соотношений по количеству экземпляров хотя и имеет некоторый смысл, но отнюдь не отражает наиболее существенных биологических закономерностей.

Многие из этих закономерностей, установленные на основании учета биомассы, широко применяются в современной морской гидробиологии. Использование их позволило бы палеоэкологу, например, устанавливать древние биоценозы среди ископаемых сообществ, судить о том, смешаны ли в данном тафоценозе представители различных древних биоценозов или такого смешения не происходило, и др.

В биостратиграфии в настоящее время широко используется обоснованная Р. Ф. Геккером, А. И. Осиповой и Т. Н. Бельской (1962) методика детальной стратиграфической параллелизации по количественным соотношениям форм в фаунистических комплексах. Однако для оценки количественной роли формы в комплексе применяются в основном сло-

весные оценочные характеристики: много, местами много, обильно, редко и т. д.

Недостатки существующих методик отчетливо проявились при проведившемся автором в 1960—1966 гг. анализе биостратиграфии одного из горизонтов кайнозоя Восточной Камчатки — усть-камчатской серии и палеоэкологии ископаемых сообществ этой серии. Усть-камчатская серия развита на небольшой территории к югу от пос. Усть-Камчатска. Она несогласно залегает на палеогеновой березовоярской серии и согласно перекрывается мощным комплексом осадков серии кумроч, не содержащих органических остатков; по остаткам моллюсков сопоставляется с нижнемиоценовыми свитами Сахалина (Салин, 1964; Храмов и Салин, 1966). Усть-камчатская серия мощностью около 2300 м, исключительно однообразна литологически, особенно ее нижняя флишевая толща (950 м). Все виды окаменелостей, из числа наиболее массовых, проходят по всему разрезу толщи; эволюционные изменения фауны минимальны и не дают оснований для расчленения разреза. Многочисленные трудности возникают и при восстановлении физико-географических условий усть-камчатского миоценового бассейна по его ископаемому донному населению: большая часть скоплений окаменелостей серии находится в снесенном состоянии, многие комплексы имеют противоречивую экологическую характеристику, наблюдаются также противоречия между экологией и тафономией, между экологией и литологией вмещающих пород.

Методика, разработанная автором и примененная при анализе биостратиграфии усть-камчатской серии и палеоэкологии ее ископаемых сообществ, позволяет преодолеть многие из отмеченных трудностей.

При обработке разреза материал собирали из ограниченного интервала мощности пласта. Объем пробы измеряли при сборе; из каждых 10 м разреза отбирали не менее одной пробы. Все показатели пересчитывали на единицу объема породы. При камеральной обработке из породы выделяли все или почти все имеющиеся в ней окаменелости (из числа относительно цельных). Измеряли объем каждой раковины. Затем подсчитывали суммарные биообъемы и количество экземпляров для каждой из таксономических и экологических групп. Количественные соотношения видов и группировок, содержание окаменелостей в породе вычисляли по биообъемам; биондексы (отношение числа экземпляров окаменелостей в пробе к числу видов) и индексы вероятности встречи (среднее геометрическое из частоты встречаемости формы в горизонте и среднего количества ее экземпляров в единице объема в том же горизонте) — по количеству экземпляров.

Для расчленения и корреляции разрезов использовали индексы вероятности встречи форм, содержания окаменелостей в породе, количественные соотношения экологических группировок, показатели качественного богатства фаунистических комплексов (число родов, типов бентоса). Анализ этих количественных данных позволил расчленить на пять подразделений нижнюю флишевую толщу, ранее вообще нерасчленимую, и провести корреляцию разрезов.

Для восстановления физико-географических условий бассейна, в котором формировалась усть-камчатская серия, собирали данные об экологии современных представителей таксономических категорий, определенных в коллекциях из этой серии. Экология других форм в данной работе не рассматривается. Полученные для каждой формы данные разграничивали на два диапазона: условия, в которых форма может размножаться, нормально развиваться и образовывать массовые скопления, и условия, в которых форма не получает достаточного развития.

Вопрос о том, какими таксономическими категориями можно пользоваться при палеоэкологических реконструкциях, и вопрос об устойчивости в геологическом времени отношения бентоса к различным факторам внешней среды оказались взаимосвязанными. Например, причины, определяющие общность отношения донных беспозвоночных к пище, грунту и газовому режиму, имеют высокий таксономический ранг и принадлежат к числу наиболее медленно изменяющихся в геологическом времени. Из этого следует, что, во-первых, отношение к этим факторам ископаемых кайнозойских, с одной стороны, и современных, с другой стороны, представителей одного и того же таксона можно считать одинаковым и, во-вторых, при сборе данных по пищевым, грунтовым и газовым условиям обитания современных донных беспозвоночных можно пользоваться таксономическими категориями высокого ранга.

Все представители ископаемого бентоса, обнаруженного в усть-камчатской серии, разделены на группировки по отношению к различным факторам среды. При отнесении формы к той или иной группировке учитывался диапазон условий, в которых форма может нормально развиваться, размножаться и образовывать массовые скопления.

Пищевые, грунтовые, кислородные и другие абиотические и биотические условия древнего бассейна устанавливали на основании количественных соотношений (по биобъемам) пищевых, грунтовых, кислородных, гидродинамических, солевых, температурных группировок ископаемых сообществ, количественных соотношений и биоиндексов отдельных форм в сообществе, а также на основании качественных палеоэкологических характеристик и литологии вмещающих пород.

Предлагаемая читателю работа выполнялась под руководством Романа Львовича Мерклина, при его тесном и самом доброжелательном участии. Ценные советы были высказаны В. А. Захаровым. Большую помощь при редактировании рукописи оказали Г. П. Авдейко и А. И. Чебаева. Наконец, в работе использованы некоторые материалы Н. А. Храмова, вместе с которым автор работал несколько сезонов в поле. Всем названным товарищам автор выражает глубокую и искреннюю благодарность.

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПО УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

При восстановлении физико-географических условий древних бассейнов по их ископаемому донному населению основным источником информации является экология современных представителей таксонов, слагающих ископаемые сообщества.

Однако не весь диапазон условий, в котором встречается какая-либо современная форма, одинаково важен при палеоэкологических реконструкциях. Если массовые скопления форма образует только в оптимальных условиях, то в единичных экземплярах она встречается гораздо более широко. Поэтому находки этой формы в единичных экземплярах могут дать слишком неопределенную, расплывчатую информацию о характере обстановки обитания; находки массовых скоплений характеризуют эту обстановку гораздо определеннее.

Это наглядно видно на примере современных представителей родов двустворок *Yoldia*, *Nuculana*, *Nucula*. В единичных экземплярах представители этих родов встречаются в очень широком диапазоне условий среды.

Грунты, на которых можно встретить иольдий, нукулан и нукул, самые разнообразные. На гравийно-галечном грунте около мыса Утхолк у западного побережья Камчатки живут *Yoldia* ex gr. *myalis* Couth., *Nuculana* sp., *Nucula tenuis* (Mont.) (Гордеева, 1948). На мягких илах, вплоть до самых топких, нукуланы, нукулы и иольдии — самые обычные формы. Гидродинамика — от бурной (мыс Утхолк) до застойной. Кислород — от обилия до дефицита в 12—15% (*Nucula tenuis* (Mont.), *Nuculana pernula* (Müll.), *Yoldia hyperborea* Lov. в Екатерининской гавани Кольского залива, по Дерюгину, 1915) и менее. Соленость — от нормальной океанической до 24—26‰ для иольдий и нукулан (*Yoldia hyperborea* Lov. и *Nuculana pernula* (Müll.) в верхнем горизонте сублиторали Белого моря, по Дерюгину, 1928; Гурьяновой, 1949; Филатовой, 1957) и до 11,7‰ для нукул (район Дарского гребня Балтийского моря во время периодических понижений солености, по Зенкевичу, 1963). Температура — от постоянных отрицательных температур высокой Арктики до высоких положительных температур Средиземного моря и мелководий других тропических морей (*Nuculana concentrica* Say в Мексиканском заливе на 2—5 м глубины, *Nucula crenulata* A. Adams в прибрежной полосе от Южной Каролины до Вест-Индии; Abbot, 1954; Oldroyd, 1924—1927; Johnson, 1934). Глубина — от первых метров во многих затишных бухтах до ультраабиссали (7280 м для *Nuculana* в море Банда,

8120 м — *Yoldia*, 6670 м — *Nucula*, впадина Кермадек, по Зенкевичу и Филатовой, 1958; Беляеву, 1966). Другими словами, нахождение единичных представителей этих родов не дает почти ничего для восстановления условий древних бассейнов.

Однако большие скопления нольдин, нукуланы, нукулы образуют лишь при благоприятных условиях: спокойной гидродинамике, обилии пищи (органического детрита) в грунте, наличии мягкого, позволяющего закапываться субстрата — илистого или мелкопесчанистого грунта, солености 26—35‰; низких положительных или отрицательных температур бореальных и арктических морей. Недостаток кислорода, топкость субстрата, большая глубина — не препятствия для массового расселения этих моллюсков.

Подобные сводки по условиям обитания были составлены и для других форм. Донные беспозвоночные разделялись в дальнейшем на экологические группировки на основании этих сводок.

Кроме данных по условиям обитания современных донных беспозвоночных в палеоэкологии довольно широко используются результаты экспериментов, направленных на изучение выживаемости современных беспозвоночных в бескислородной среде и в присутствии сероводорода, в дистиллированной воде; изучение стойкости к высушиванию, теплоустойчивости клеток и т. д. Вопрос об интерпретации результатов этих экспериментов очень важен. Например, авторы «Справочника по экологии морских двустворок» (Багдасарян и др., 1966), приводя данные о способности двустворок *Abra* переносить бескислородные условия в течение 3,5—7 суток, истолковывают это как результат приспособления к жизни в спокойных, нередко застойных водах, а также на больших глубинах с неблагоприятными условиями газообмена.

Однако способность переносить бескислородные условия не всегда свидетельствует в пользу эвриоксибионтности. Как сообщают те же авторы, *Nucula tenuis* (Mont.) выносит анаэробные условия в течение 5—17 дней, а *Mytilus edulis* L. в течение нескольких недель. В то же время, если нукулы широко распространены в биотопах с постоянным острым дефицитом кислорода и способны в этих условиях и размножаться, и нормально развиваться, то мидии живут только в хорошо аэрируемых водах. При снижении содержания кислорода они закрывают створки и перестают питаться, пережидая неблагоприятные условия в недейтельном состоянии. Зачастую оказывается, что длительная выживаемость в бескислородной среде связана с приспособлением к жизни на литорали, где моллюску приходится подолгу оставаться без воды, или на небольших глубинах, где сказываются резкие колебания условий, а не с приспособлением к постоянному нарушенному газообмену.

Экологическая интерпретация экспериментальных данных подобного типа сложна, неоднозначна и требует проведения специальных работ (например, Жирмунский, 1964, 1965) по сравнительному исследованию теплоустойчивости клеток морских беспозвоночных в связи с температурными условиями существования видов.

Препятствием в использовании данных по экологии современных представителей родов, как считает Р. Л. Мерклин (1965), может быть различное понимание объема рода авторами. Но это препятствие легко устранимо, если при сборе данных руководствоваться единым для всех случаев объемом рода. Например, данные по экологии вида *Cardium groenlandicum* Chemn., приведенные в работе К. М. Дерюгина (1928), следует относить не к роду *Cardium*, как это делал сам К. М. Дерюгин, а к роду *Serripes*, как это делают современные гидробиологи, данные по экологии вида *Yoldia arctica* Gray — к роду *Portlandia*, и т. д.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА АКТУАЛИЗМА В ПАЛЕОЭКОЛОГИИ

При восстановлении физико-географических условий древних бассейнов по их донному населению широко применяется принцип актуализма: после отождествления окаменелости с современным родом (или видом) изучается связь современного организма с различными факторами внешней среды. Полученные данные затем распространяются на условия обитания ископаемого животного.

Однако связь организма и какого-либо фактора его среды, не имеющего большого значения для его существования, в значительной мере случайна и не может быть использована при палеоэкологических реконструкциях. Но даже при установлении первостепенной важности фактора для жизни организма нельзя считать связь между ними устойчивой во времени.

Физиологический механизм, определяющий отношение донных беспозвоночных к различным факторам внешней среды, различен. Характер питания, например, определяется строением системы органов питания; отношение к грунту как субстрату — строением системы органов передвижения, органов, приспособленных для закапывания в грунт или прикрепления к нему, общей геометрической формой тела; отношение донных беспозвоночных к температуре и солености вообще определяется иным уровнем организации живой материи, зависит от характера клеточных реакций, которые, в свою очередь, — от особенностей строения клеток.

Изменение в течение миллионов лет геологического времени отношения представителей таксона к пище зависит от того, насколько изменится за это время строение системы органов питания этих животных.

Перемена отношения организма к солености зависит от изменения тех характеристик клеточного строения, которые определяют это отношение.

Таким образом, необходимо прежде всего установить, насколько изменчивы во времени характеристики строения организмов, определяющие их отношение к тому или иному фактору среды. Предварительно отметим еще один важный момент.

С вопросом об устойчивости экологии донных беспозвоночных в геологическом времени тесно связан и вопрос о том, какими таксономическими категориями можно пользоваться при палеоэкологических реконструкциях. Действительно, если какая-то причина обусловила общность отношения к пище, например, всех представителей отряда двустворчатых моллюсков *Anysomyaria*, то для установления образа питания моллюска вполне достаточно определить его принадлежность к этому отряду. Использование более мелких таксономических категорий в этом случае излишне.

Вопрос о ранге таксономических категорий, пригодных для палеоэкологического анализа, весьма важно рассмотреть еще и потому, что пригодность надвидовых категорий в последнее время подвергается сомнению. Как пишет Р. Л. Мерклин (1965, стр.7), «...в основе всего сложного пути анализа (палеоэкологического. — Ю. С.), по существу, лежат данные об отношении к факторам морской среды большего или меньшего количества современных видов тех родов, которые входят в состав изучаемого комплекса». Устные замечания З. А. Филатовой к рукописи данной работы сводятся к тому, что если в современном и древнем бассейне род представлен разными видами, то и экология древних представителей рода может отличаться от экологии современных его представителей. При таком подходе экологический диапазон рода уподоб-

ляется простой арифметической сумме экологических диапазонов видов, и разные слагаемые, естественно, могут давать и разную сумму.

Однако эта сумма не может быть какой угодно. Определенность требований вида к какому-либо фактору среды обусловлена определенностью тех характеристик его строения, которые контролируют эту черту экологии. Аналогичные характеристики, хотя и более широкие, но тоже не менее определенные, имеет род, поэтому все представители рода строго ограничены экологическим диапазоном независимо от того, какими видами представлен род. То же самое относится и к более высоким надвидовым категориям.

Рассмотрим подробнее вопросы об устойчивости отношения бентоса к некоторым факторам среды и о ранге таксономических категорий, пригодных для палеоэкологических классификаций.

Отношение к пище

Образ питания донных беспозвоночных обусловлен строением систем органов питания и дыхания, т. е. признаками высокого таксономического ранга (семейство, отряд, класс или даже тип). Изменение таких признаков связано с большими промежутками времени, измеряющимися эпохами, периодами или даже эрами, поэтому образ питания, установленный для современных представителей каких-либо таксономических категорий бентоса, можно уверенно распространять и на их ископаемых кайнозойских представителей.

Строго говоря, решение вопроса об устойчивости отношения таксона к тому или иному фактору среды в процессе эволюции, т. е. об устойчивости экологии таксона, сводится к решению двух других вопросов — о корреляции частей тела и о взаимоотношении формы и функции.

Найдя окаменелость, устанавливаем ее таксономическую принадлежность по сохранившимся признакам твердых скелетных частей тела. Для отряда *Palaeotaxodonta*, например, таким диагностическим признаком отряда будет строение зубного аппарата, для отряда *Anysomyaria* — строение замка и характер мускульных отпечатков. На современном материале обнаружено, что замок, типичный для отряда *Palaeotaxodonta*, всегда связывается с примитивным строением жабр, состоящих из двух ктенидиев, а моллюски, имеющие замок и мускульные отпечатки, присущие отряду *Anysomyaria*, всегда обладают расчлененными жабрами. Дает ли нам право установление одного из диагностических признаков таксона судить о присутствии у окаменелости и всех других обязательных признаков таксона? Сохранялись ли во времени те обязательные корреляции частей тела, что наблюдаются у таксона сейчас, можно ли вообще судить о строении мягкого тела окаменевших организмов? Приведем примеры, позволяющие утвердительно ответить на этот вопрос. Мускулы-замкатели у древних представителей отряда *Anysomyaria* были такими же резко неравными, как и у современных; древние представители этого отряда также не имели длинных втягивающихся внутрь сифонов (о чем можно судить по отсутствию мантийного синуса на раковинах), как и современные представители; у древних моллюсков рода *Yoldia*, наоборот, такие сифоны были, как и у современных *Yoldia*, и т. д.

Второй вопрос — о соотношении формы и функции — решается еще определеннее, чем первый. Нерасчлененность жабр, очевидно, не позволяла организму быть фильтратором и обуславливала приспособление к сбору пищи с поверхности дна при помощи гипертрофированных ротовых

придатков. Палеотаксодонты с малой жаберной поверхностью могли быть только собирающими детритофагами.

Расчлененные жабры давали моллюску большую возможность для усвоения пищи из разных источников. Теллиниды, например, обладающие настоящими пластинчатыми жабрами, приспособили свои сифоны для выполнения других функций — собирания детрита с поверхности дна. Поэтому установление сложного строения жаберного аппарата еще не дает оснований для суждения об образе питания моллюсков. Для этого необходимо знать другие, более специфичные, более таксономически узкие признаки. Например, признаков отряда *Anysomyaria* вполне достаточно для отнесения всех представителей этого отряда к фильтраторам. Жабры и другие органы этих животных приспособлены для фильтрации взвеси, а органов, которые могут быть использованы для сбора детрита с поверхности грунта, у неравномускульных нет.

Причины, обуславливающие общность отношения к пище донных организмов, имеют высокий таксономический ранг, поэтому при сборе данных об образе питания современных донных беспозвоночных можно пользоваться таксономическими категориями высокого ранга. При разделении бентоса на группировки по отношению к пище (см. ниже) были использованы наиболее высокие таксономические категории, в пределах которых образ питания всех представителей еще остается одинаковым. Например, чтобы отнести какую-либо брахиоподу к группе фильтраторов, достаточно установить ее принадлежность к типу *Brachiopoda*, так как все брахиоподы — фильтраторы. Но отнесение организма к типу *Mollusca* не дает возможности установить образ его питания, поскольку среди моллюсков есть фильтрующие организмы, собирающие детрит с поверхности дна, растительноядные и плотоядные. Достаточно в этом случае причислить моллюсков к отрядам *Palaeotaxodonta* или *Anisomyaria*; для представителей отряда *Heterodonta* приходится пользоваться категориями семейства или рода и т. д.

Возможность применения категорий высокого таксономического ранга очень важна: к палеоэкологическому анализу можно привлекать многочисленные окаменелости плохой сохранности, для которых устанавливается лишь родовая, семейственная, отрядовая или даже типовая принадлежность.

Отношение к грунту

Связь донных беспозвоночных с грунтом многообразна. По Е. П. Турпаевой (1954), гранулометрический состав грунта является показателем гидродинамического режима; многие животные находят пищу в толще грунта или на его поверхности; наконец, для всех донных животных грунт — это субстрат, на котором они живут. Рассмотрим связь донных беспозвоночных с грунтом как субстратом.

Отношение к грунту как субстрату накладывает глубокий отпечаток на многие черты морфологии животного. Зарывающиеся животные имеют сильную роющую ногу, отпечатки pedalных мускулов у них усилены. Створки зачастую вытянуты, с параллельными спинным и брюшным краями; сифоны обычно длинные, мантийная линия с синусом, раковина нередко зиет сзади, а иногда и впереди.

Моллюски, прикрепляющиеся биссусом, имеют редуцированную ногу с биссусным аппаратом, сифонов у них нет или они редуцированы, замыкающие мускулы и их отпечатки резко неодинаковы. У цементно прикрепляющихся обязателен аппарат цементации; створки цементирующихся моллюсков неодинаковы, нога и сифоны недоразвиты, замыкаю-

ше мускулы разной величины. Свободно лежащие организмы обычно неравносторонны или имеют уплощенное тело.

Все эти признаки характеризуют таксоны надродового ранга и принадлежат к числу наиболее устойчивых во времени, поэтому отношение к грунту как субстрату, установленное для современных представителей каких-либо таксонов бентоса, можно распространять и на их ископаемых кайнозойских представителей.

При сборе данных об отношении к грунту современных донных беспозвоночных и при разделении бентоса на грунтовые группировки можно использовать таксономические категории высокого ранга.

Отношение к кислороду

Двустворчатые моллюски и некоторые другие донные организмы усваивают растворенный в воде кислород жабрами; у большинства из них жабры отфильтровывают также взвесь вместе с находящимися в ней пищевыми частицами.

У представителей же отряда *Palaeotaxodonta* и семейства *Solemyidae* жабры освобождены от функций питания. Как указывает Р. Л. Мерклин (1950), это очень важно для приспособления к жизни в водах с недостаточным содержанием кислорода. Так как для этих двустворок способность существовать в условиях постоянного кислородного голодания связана с особенностями строения систем органов питания и дыхания, т. е. с признаками высокого отрядового и семейственного ранга, она может быть уверенно распространена на ископаемых кайнозойских представителей тех же таксонов.

Способность или неспособность других донных беспозвоночных жить в водах с дефицитом кислорода не имеет достаточного объяснения. Как предполагает Р. Л. Мерклин (1949) для некоторых случаев, эта адаптация может быть связана с особенностями биохимических реакций, в частности с составом крови. Устойчивость во времени отношения к кислороду для большинства таксонов донных беспозвоночных остается неизвестной.

Таксономические категории, которые можно использовать при разделении бентоса на кислородные группировки, устанавливались эмпирическим путем: выделялись таксоны наивысшего ранга, в пределах которых отношение всех представителей к кислороду еще остается одинаковым.

Отношение к солености

Соленость полостной жидкости и крови всех донных беспозвоночных зависит от солености окружающей их воды. Все изменения солености внешней среды сказываются непосредственно на режиме работы клеток. Отношение организма к солености во многом определяется характером клеточных реакций, которые, в свою очередь, зависят от особенностей строения клеток.

Однако связь различных типов клеточного строения с таксономическими категориями определенного ранга недостаточно известна, поэтому изучение отношения к солености тех или других групп бентоса приходится проводить чисто эмпирически, не зная прямых причин различий в приспособляемости донных организмов к этому фактору среды. Попытка эмпирически выяснить таксономический ранг определенных солевых группировок дает неутешительные результаты. Не только различные виды одного и того же рода, но даже различные расы одного и

того же вида иногда предъявляют резко различные требования к солености. *Macoma moesta* (Desch.), *Macoma loveni* (Steen.), *Macoma torelli* (Steen.) — обитатели полносоленых океанических вод, *Macoma calcarea* (Gm.) способна существовать при соленостях от 7—10 до 30—34‰, а *Macoma baltica* (L.) явно предпочитает солоноватые (до 4—5‰) воды. *Hydrobia baltica*, обитающая в Балтийском море, выносит повышение солености лишь до 6—7‰, тогда как *Hydrobia*, живущая в соленых озерах Астраханской области, обнаружена в воде с соленостью до 150‰. Популяции *Mytilus edulis* L. из Балтийского моря настолько сильно отличаются от баренцевоморских, что для них оптимальны такие солевые условия окружающей среды, при которых баренцевоморские мидии не могут ни размножаться, ни длительно существовать во взрослом состоянии (Беляев, 1957). Отсюда видно, что организм может резко изменить свое отношение к солености за несколько тысяч лет (разъединение популяций балтийских и баренцевоморских мидий произошло после последнего оледенения, т. е. менее 10—13 тыс. лет назад), не меняя сколь-нибудь значительно своих внешних морфологических признаков. Таким образом, даже при отождествлении найденной окаменелости с современным видом уверенно принять для нее те же солевые условия существования, что и у ее современного аналога, невозможно. Еще с большим основанием это относится к окаменелостям, которые удалось отождествить с современным родом.

В Ферганском заливе палеогенового моря Средней Азии в одном сообществе обитали *Eulima* и *Unio*, хотя современные *Eulima* живут в морях с соленостью не ниже 14—15‰, а современные *Unio* — в пресных водах и не переносят осолонения выше 3—4‰ (Геккер, Осипова, Бельская, 1962).

Пожалуй, единственно правильной при восстановлении солености древних морей по их ископаемому донному населению будет следующая зависимость — чем подробнее современная таксономическая категория, с которой удалось отождествить найденную окаменелость, тем увереннее можно восстановить соленость древнего бассейна.

Отношение к температуре

Все донные беспозвоночные холоднокровны. Температурные изменения внешней среды отражаются непосредственно на режиме функционирования клеток. Реакции клеток на действия температур во многом определяют отношение всего организма к температуре. Как показали работы А. В. Жирмунского (1964, 1965, 1966), наблюдаются соответствия между температурными условиями обитания вида и устойчивостью его клеток к действию повышенной температуры. «Различия в теплоустойчивости клеток разных видов животных связаны с особенностями белковой структуры их протоплазмы. Следовательно, у холоднокровных животных имеется видовое приспособление белковых комплексов протоплазмы к температурным условиям обитания» (Жирмунский, 1964, стр. 142). Но эвритермность организма определяется не только температурным диапазоном, в котором могут функционировать клетки. Для приспособления организма к температурным условиям обитания важны и другие его особенности.

В связи с тем, что теплоустойчивость клеток видоспецифична, для характеристики вымерших видов использовать этот показатель нельзя. Механизм, определяющий общность отношения к температурам более высоких таксонов бентоса, неизвестен. В этом случае, как и с соленостью, лучше использовать таксоны низкого ранга. Наиболее подробными

таксономическими группировками, с которыми удастся отождествить неогеновые окаменелости, оказываются род, реже подрод.

Насколько правомерно прямое перенесение температурных условий обитания современных представителей каких-либо таксонов бентоса на кайнозойских представителей тех же таксонов — неясно.

Отношение к глубине

На один из основных вопросов, стоящих перед палеоэкологом, — какова же была глубина бассейна? — иногда пытаются найти ответ, анализируя распределение по глубинам современных представителей таксономических категорий, слагающих ископаемое сообщество, и затем распространяя полученные данные на ископаемых животных. При таком подходе необходимо выяснить, во-первых, насколько узки батиметрические диапазоны тех таксонов, которые применяются при палеоэкологических реконструкциях, и, во-вторых, насколько устойчиво во времени отношение бентоса к глубине.

Анализ распространения по глубинам какого-либо современного таксона приводит к более или менее определенным выводам лишь при ограниченном количестве проанализированного зоогеографического материала, не выходящего за пределы одного-двух морей. Если же обратиться к более обширному материалу и попытаться найти закономерности глубинного распределения вида в морях с различной соленостью, температурой, гидродинамическим и газовым режимом, с различным пелагическим и донным населением, то выводы окажутся далеко не столь определенными и уж почти совсем неприемлемыми для восстановления глубины древнего бассейна.

Например, в Карском море *Portlandia arctica* (Gray) ведет себя как мелководная форма, а в Белом море и в Печорском желобе Баренцева моря опускается на несвойственные ей глубины 350 и 150—180 м, так как находит там для себя излюбленные отрицательные температуры (Филатова, 1951). Банки верхнесублиторального и литорального *Mytilus edulis* L. у Северных Курил вместе с богатыми пищей и кислородом водами опускаются до 50—80 м, а отдельные экземпляры мидий проникают и глубже, до 100—200 м, если это позволяют условия аэрации и снабжения пищей (Кузнецов, 1963). В Белом море мидии распространяются до глубины 265,4 м (Дерюгин, 1928). В тех случаях, когда моллюск способен переносить большие колебания других факторов среды, он обычно имеет и очень широкий батиметрический диапазон. Например, эвригаллиная, эвритермная и эвриоксибионтная *Thyasira gouldi* (Phil.) распространена в бореальных и арктических морях всюду на глубинах от 6 до 2670 м (Дерюгин, 1915, 1928, 1939; Ушаков, 1953; Кузнецов, 1963; Зенкевич, Бирштейн, Беляев, 1955). Такие же широкие батиметрические диапазоны имеют и многие другие виды: *Musculus discors* (L.) 0—3250 м, *Nucula tenuis* Mont. 0—2190 м и др.

Однако чаще всего палеонтологу удается отождествить найденную окаменелость не с современным видом, а с современным родом. Пределы же глубинного распространения современных родов, естественно, еще шире. Например, распространение *Nuculana* 0—7280 м, *Nucula* 0—6670 м, *Lima* 0—9715 м, *Thyasira* 0—10 002 м и т. д. Все эти моллюски могут образовывать скопления на любом уровне своего диапазона глубин, где только находят благоприятные сочетания других факторов, важных для их жизни.

Конечно, наиболее характерными и для них будут глубины до 200 м, т. е. именно здесь они чаще всего образуют массовые скопления. Но

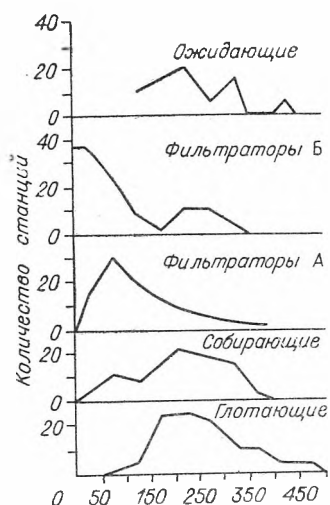


Рис. 1. Распределение по глубинам типов биоценозов. По Е. П. Турпаевой (1954).

это обусловлено не предпочтением мелководья только этими моллюсками или какой-то ограниченной группой животных; абсолютное большинство донных беспозвоночных образует наибольшую биомассу на малых глубинах, что связано с общим количественным богатством мелководной фауны вследствие обилия пищи.

Не жестко связано с глубиной и распределение биоценозов и биологических зон. Е. П. Турпаева (1954), изучавшая зависимость распределения типов донных биоценозов от абиотических факторов среды, пришла к выводу, что глубина сама по себе, т. е. однозначно связанные с ней свет и давление, не определяет распространение типов биоценозов в водоеме. Более или менее правильный ход кривых глубинного распределения биоценозов с преобладанием фильтраторов А и собирающих Турпаева склонна объяснять равномерным глубинным распределением какого-то основного фактора,

обуславливающего распределение этих типов донных биоценозов (рис. 1).

К такому же выводу приходит и А. И. Савилов (1961), изучавший закономерности распределения экологических зон. В работе А. И. Савилова есть конкретные примеры, подтверждающие этот вывод. В Охотском море фауна обрастаний наиболее характерна для глубин до нескольких десятков метров, но в районах, прилегающих к заливу Шелихова, она опускается на батинальные глубины 450—500 м, на склонах впадины Тинро — до 1300 м, сохраняя при этом довольно высокие показатели биомассы и большое видовое разнообразие. В Курильских проливах с их аномально высокой гидродинамической активностью зона преобладающего развития фауны обрастаний находится на глубинах 2000 м и более (Савилов, 1957, 1961).

И наоборот, общеизвестны факты подъема нижнесублиторальной фауны с преобладанием собирающих форм вплоть до нуля глубин в участках со спокойными придонными слоями воды. Таковы, например биоценозы *Yoldia arctica* Gray и *Nuculana pernula* (Müll.), поднимающиеся на небольшие глубины в мелководных затишных изолированных бухтах Белого моря (Дерюгин, 1928). Многочисленные подобные примеры можно найти и в работах других авторов (Савилов, 1961; Турпаева, 1954; Филатова и Зенкевич, 1957, и др.).

Факты опускания фауны с преобладанием собирающих на большие глубины не менее характерны.

Трудно не согласиться с Р. Л. Мерклиным (1950), определяющим глубинный диапазон представителей подобной фауны (*Nuculana* и др.) как глубину «ниже крайних пределов проникновения волно-прибойных и приливно-отливных движений воды». По-видимому, это единственно правильный подход к оценке глубин по ископаемому донному животному населению. Однако цифровое значение такой оценки далеко не однозначно и может колебаться от первых метров до 2000 м и более.

С глубиной более закономерна смена зоны преобладания фауны обрастаний зоной преобладания подвижных неприкрепляющихся фильтраторов и затем зоной преобладания собирающих детритофагов. Но и эта закономерность имеет массу исключений. Так, по мере увеличения

глубины у западного побережья Камчатки зона преобладания собирающих детритофагов снова сменяется фауной обрастаний, так как здесь проходит граница двух водных масс — холодного промежуточного слоя и теплых глубинных вод и вследствие этого образуется активное перемешивание, аналогичное явлению полярного фронта (Савилов, 1961).

А. А. Нейман (1961) отмечает почти постоянное вторичное появление фауны обрастаний ниже фауны собирающих детритофагов или грунтоедов на бровке материковой отмели, связывая это с тем, что здесь гидродинамическая активность придонных слоев воды также аномально высока.

М. Н. Соколова (1960) устанавливает чередование пищевых группировок на еще больших глубинах, вплоть до абиссальных.

Возникает вопрос: если связь отдельных форм или биологических группировок с определенными глубинами отличается такой неустойчивостью в настоящее время, могла ли она быть устойчивой в течение миллионов лет геологического времени? Ответ на этот вопрос, по-видимому, может быть только отрицательным. Учитывая это, а также крайнюю широту батиметрических диапазонов отдельных форм, разделение бентоса на группировки по отношению к глубинам следует признать нецелесообразным.

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Донное население как современных, так и древних морей можно разделять на группировки по отношению к различным факторам внешней среды: пище, грунту, кислороду, температуре, солености.

Пищевые группировки

Наиболее крупными группами, выделяемыми среди морских организмов по пищевому признаку, являются звенья пищевой цепи. Первое звено цепи составляют организмы, производящие органическое вещество, — водоросли и фитопланктон. Представители второго звена питаются или непосредственно производителями органического вещества, или продуктами их распада — органическим детритом. К третьему звену относятся животные, питающиеся в основном представителями второго звена, — хищники и трупоеды.

В коллекциях остатков донных беспозвоночных установлены следующие представители третьего звена пищевой цепи: плотоядные брюхоногие *Buccinidae*, *Naticidae*, лопатоногие *Dentalium*, двустворки *Cuspidaria*. Все остальные животные принадлежат ко второму звену.

При разделении представителей второго звена на пищевые группировки за основу взята классификация современных донных беспозвоночных, приведенная в работах Е. П. Турпаевой (1953, 1954, 1957) и А. И. Савилова (1961). В связи со спецификой палеонтологического материала в эту классификацию внесены некоторые поправки. Среди представителей второго звена выделены: 1) фильтраторы, 2) собирающие детритофаги, 3) растительноядные.

Представители второго звена пищевой цепи по характеру строения органов захвата пищи могут усваивать пищевой детрит и планктон или из взвеси, или из грунта.

Большинство *Bivalvia* (из числа встреченных в усть-камчатской серии — все *Anisomyaria*, *Veneridae*, *Cardiidae*, *Solenidae*, *Cardita*, *Later-nula*, *Mya*, *Panope*, *Thyasira*) имеет сильно расчлененные нитевидные или

пластинчатые жабры с большой поверхностью, служащие идеальными фильтрами.

Плоские ежи *Scutellidae* осаждают пищевые частицы из взвеси ресничками, покрывающими спинную поверхность тела животного (Кузнецов, 1963).

Плеченогие при помощи ресничек, покрывающих ручной аппарат, вызывают движение воды, приносящее ко рту пищу (Бронштейн, 1948). Усоногие улавливают частицы пищи подвижной ловчей сетью. У мшанок сеть образована колонией зоондов, а у серпулид — многочисленными околоротовыми щетинками (Савилов, 1961).

Все эти животные объединены в группу фильтраторов. Мшанки, серпулиды и skutеллиды отнесены в эту группу искусственно: они не фильтруют, а осаждают взвесь; тем не менее их роднит с другими представителями группы общий источник пищи — взвесь.

К собирающим относятся двустворки *Palaeotaxodonta*, *Solemyidae*, *Tellinidae*, офиуры. Моллюски *Palaeotaxodonta* в отличие от других двустворок имеют жабры с весьма небольшой жаберной поверхностью, и не могут отфильтровывать детрит из взвеси. Основная их пища — частицы органического детрита, лежащие на поверхности грунта. Для сбора их палеотаксонды вооружены мощными ротовыми лопастями с большим количеством ротовых придатков — щупальцев (Турпаева, 1953; Филатова, 1958; Мерклин, 1960).

У *Solemyidae*, по типу строения жаберного аппарата близких к *Palaeotaxodonta*, жаберная поверхность относительно велика; они могут отфильтровывать детрит из взвеси (Янг, по Турпаевой, 1953). Однако основной способ их питания, по-видимому, — собирание детрита с поверхности грунта (Мерклин, 1960).

Иные приспособления для сбора детрита у двустворок *Tellinidae*. Длинным подвижным вводным сифоном ощупывают они дно и втягивают частицы песка и детрита вместе с током воды, создаваемым мерцательным движением реснитчатого эпителия. Могут также, поднимая сифон, всасывать воду и питаться взвешенными в ней частицами (Хант, по Багдасарян и др., 1966).

Офиуры, ползая по поверхности грунта, собирают с него частицы детрита.

К растительноядным животным относятся брюхоногие *Actaea*.

Остановимся подробнее на соотношении группировки плотоядных с группировками фильтраторов и собирающих детритофагов. Некоторые из гидробиологов (Савилов, 1961; Кузнецов, 1963) выделяют группу плотоядных как равноценную группам фильтраторов и собирающих детритофагов. Так же используют эту группу и Р. Л. Мерклин и др. (1965) при восстановлении физико-географических условий кайнозойских бассейнов. Но плотоядные отличаются не только по характеру питания, но и, что гораздо более важно, по самому источнику пищи, поэтому распределение по дну бассейна плотоядных, с одной стороны, и фильтраторов и собирающих детритофагов, с другой, определяется разными причинами, для фильтраторов и собирающих прежде всего количеством, характером и состоянием их пищи — фитопланктона и органического детрита. Это в значительной мере контролируется такими абиотическими факторами, как характер грунта, глубина бассейна и рельеф его дна, удаленность от берега, гидродинамический режим и т. д.

Плотоядные питаются представителями второго звена, поэтому и распределение их обусловлено совершенно другими факторами — био-массами, распределением и качественным составом представителей второго звена. Пищевая зависимость плотоядных от перечисленных выше

абиотических факторов, восстановление которых составляет одну из главных задач палеоэколога, в значительной мере опосредована, косвенна и неопределенна.

Кроме того, закономерные количественные соотношения второго и третьего звена могут наблюдаться лишь между звеньями в целом. Палеоэколог может учесть лишь часть, причем неизвестно какую, третьего звена, так как это звено целиком не входит в донное сообщество. Бентосоядные пелагические животные (прежде всего рыбы), выедающие значительные количества донных животных, остаются совершенно неучтенными.

Трудно учесть, а в ископаемом состоянии вовсе невозможно, и донных хищников, мигрирующих стадами на обширных пространствах дна, например крабов. Вследствие этого количественные соотношения между плотоядными и другими группировками, которые могут быть установлены, вряд ли будут иметь большой смысл.

И, наконец, плотности поселений (количества особей на единицу площади) плотоядных совершенно иные, чем у представителей остальных группировок. Если даже плотоядные будут иметь одинаковые с остальными формами размеры, плотность их поселения должна быть в несколько раз меньше, так как коэффициент передачи энергии от второго звена к третьему (Карлевич, 1966; Виноградов, 1966) составляет менее половины, иногда снижаясь до 1/10 и даже 1/30. Однако хищники часто имеют более крупные размеры. Несоответствие плотностей поселений в этом случае будет еще большим. Примеров можно привести множество: диатомей — калянус, калянус — сельдь, краб на мидиевой банке, букциниды в маковом биоценозе и т. д. И если плотность поселения представителей низшего звена будет вполне достаточной для того, чтобы без большой ошибки считать равномерным распределение организмов внутри какой-либо площади, например, внутри площади захвата дночерпателя, то плотность представителей высшего звена может оказаться для этого недостаточной и дночерпатель будет давать то завышенные, то заниженные содержания представителей этого звена. Например, отдельные дночерпательные пробы по биоценозу *Echinarachnius parva* (Кузнецов, 1963) дают биомассу плотоядных (в процентах от общей биомассы) от 0,8 до 52, по зоне преобладания подвижных сестонофагов рыхлого субстрата (Савилов, 1961) от 0 до 40, в то время как биомассы фильтраторов по тем же пробам колеблется от 98,5 до 47,2 и от 99,1 до 20.

Сравнительно низкий процент фильтраторов обусловлен в этих пробах тем же аномально высоким процентом хищников.

Аналогичная картина наблюдалась и в наших пробах усть-камчатского ископаемого бентоса: в одной пробе встречены несколько десятков мелких иольдий и нукулан, в другой — иольдии и нукуланы в том же количестве плюс одна крупная букцинида, по биомассе превосходящая все остальные формы. Сообщества явно одни и те же, а количественные соотношения пищевых группировок (если учитывать плотоядных) резко различны.

Приведенные основания, по-видимому, достаточны для того, чтобы выделять плотоядных не как группировку, равноценную группировкам фильтраторов и собирающих детритофагов, а как группу, равноценную всем первичным консументам (представителям второго звена пищевой цепи), вместе взятым.

В дальнейшем при восстановлении некоторых факторов среды, например гидродинамики, учитывались соотношения группировок только среди первичных консументов сообщества.

Кислородные группировки

Образ питания донных беспозвоночных и связанная с ним приуроченность к определенному гидродинамическому режиму обуславливает все другие стороны жизни этих животных. В участках дна, богатых детритом, с малоподвижными придонными водами, зачастую отмечается значительный недостаток кислорода. В процессе приспособления к таким условиям собирающие детритофаги выработали способность усваивать кислород при очень малых его концентрациях. Представители *Palaeoxodonta*, *Tellinidae*, *Solemyidae*, офиуры широко распространены в застойных водах.

Многие фильтраторы, встречающиеся в виде примеси в биоценозах с преобладанием собирающих детритофагов или же заглатывающих грунт животных, также вырабатывают приспособления для усвоения кислорода при очень низких его концентрациях. Тназиры — наиболее обычные фильтраторы, заселяющие совместно с собирающими и глотающими мягкие илы, богатые органикой, с острым дефицитом кислорода. Нередки в застойных водах также *Mya*, *Cardium*, тонкие полупрозрачные гребешки *Propeamussium* или *Palliolum*, лиоцимы, солемии, кренеллы, лиматулы, латернулы. Способны существовать в широком диапазоне газовых условий *Dentalium*, *Cuspidaria*, *Neptunea*, *Sipho*, *Plicifusus*, *Polinices*, *Turritella*.

В качестве примера можно указать на находки *Crenella columbiana* Dall, *Cardium ciliatum* Fabr, *Liocyma fluctuosa* Gould, *Turritella* sp., *Neptunea lyrata* (Mart.), *Neptunea* sp., *Plicifusus kroyeri* Moller, *Dentalium* sp. в составе биоценоза *Brisaster townsendi* у берегов Восточной Камчатки, где содержание кислорода в придонных водах пониженное — до 15% и менее (Кузнецов, 1963). *Sipho* sp. живет в прикамчатских водах в биоценозе *Acila castrensis* при содержании O_2 6—10% (Кузнецов, 1963). *Polinices pallidus* (Brod et Sow.) обитает в Охотском море при содержании кислорода до 12%, *Limatula subauriculata* (Mont) — до 23 (Ушаков, 1953), *Laternula* sp. — 18—50% (Гордеева, 1948). *Mya truncata* L. живет в глубине Екатерининской гавани Кольского залива, где содержание кислорода падает до 10—20% (Дерюгин, 1915). Представители родов *Palliolum*, *Solemya*, *Cuspidaria* обычны на больших глубинах, где содержание кислорода составляет 30—50%.

Все перечисленные животные отнесены к группе эвриоксибионтных, не требовательных к кислороду.

К группе стенооксибионтных животных, не живущих в застойных, плохо аэрируемых водах, отнесены двустворки *Siliqua*, *Cardita*, *Pecten*, *Ostrea*, *Mytilus*, *Modiolus*, *Glycymeris*, брюхоногие *Actaea*, морские ежи *Scutellidae*, усоногие *Balanus*, брахиоподы (по-видимому, относящиеся к семействам *Rhynchonellidae* и *Terebratulidae*). К этой же группе условно отнесены некоторые представители мшанок и червей-трубкожилов.

Грунтовые группировки

По отношению к грунту как субстрату бентос разбит на три группы. К прикрепляющимся (фауна обрастаний по А. И. Савилову) относятся фильтраторы устрицы, митилиды, усоногие, брахиоподы, мшанки, серпуллы.

К группировке зарывающихся отнесены все животные, зарывающиеся как полностью, так и частично — собирающие двустворки *Palaeoxodonta*, *Tellinidae*, *Solemya*, фильтрующие двустворки *Cardiidae*, *Veneridae*, *Cardita*, *Glycymeris*, *Laternula*, *Lutraria*, *Mya*, *Panope*, *Siliqua*,

плотоядные двустворки *Cuspidaria* и лопатоногие *Dentalium*. К этой же группировке отнесены также плотоядные брюхоногие, ползающие по поверхности грунта и способные время от времени внедряться в него в поисках жертвы. К группировке свободно лежащих относятся фильтрующие двустворки *Palliolum*, *Pecten*, плоские ежи *Scutellidae*, а также собирающие детрит офиуры. Все представители этой группы подвижны, могут передвигаться над грунтом или по его поверхности.

Солевые группировки

По отношению к солености животные были разделены на группировки морских и солоноватоводно-морских форм. К первым отнесены формы, встречающиеся только в морских водах, ко вторым — в морских и в солоноватых водах. За границу морских и солоноватых вод принята точка Книповича — 24,7‰.

К группе солоноватоводно-морских форм отнесены двустворки *Macoma*, *Modiolus*, *Mya*, *Mytilus*, *Ostrea*, *Pecten*, *Tellina*, представители которых одинаково широко распространены как в морских, так и в солоноватых водах; двустворки *Laternula*, в заливе Петра Великого образующие вместе с другими формами эстуарную группировку (Дерюгин, 1939); двустворки *Thyasira*, на обь-енисейском мелководье остающиеся по мере распреснения вод в одном биоценозе с наиболее эвригалинными *Portlandia arctica* (Gray), *Macoma calcarea* (Gm.), *Cyrtodaria kurriana* Dunker, *Saxicava arctica* (L.) (Филатова, Зенкевич, 1957); усонogie *Balanus*, в Амурском лимане легко переносящие опреснение до 8‰ (Ушаков, 1934, 1948), а в Азовском море — еще большее опреснение (Воробьев, 1949); брюхоногие *Polinices*, в Карском море населяющие воды с соленостью менее 20‰ (Филатова, Зенкевич, 1957). Все эти формы обильно представлены и в морях с нормальной соленостью; отдельные особи способны переносить большее опреснение. К этой же группе условно отнесены некоторые представители мшанок, серпулид, двустворок *Cardiidae*.

Группа морских форм разделена, в свою очередь, на две: стеногалинных морских, живущих только при нормальной морской солености, и эвригалинных морских, выдерживающих некоторое опреснение (до 26—28‰).

К первым, стеногалинным, формам отнесены двустворки *Acila*, *Cardita*, *Cuspidaria*, *Glycymeris*, *Lima*, *Limatula*, *Malletia*, *Nemocardium*, *Palliolum*, *Saxidomus*, *Solemya*, *Yoldia* (подроды *Portlandella* и *Cnesterium*), брюхоногие, *Plicifusus*, *Psephaea*, *Sipho*, *Turritella*, лопатоногие *Dentalium*, брахиоподы. К эвригалинным морским — двустворки *Crenella*, *Liocyma*, *Nucula*, *Nuculana*, *Panopea*, *Siliqua*, *Yoldia* s. s., брюхоногие *Neptunea*, *Trominina*, *Actaea*, офиуры, морские ежи *Scutellidae*.

Отдельные формы из этого списка живут при пониженных соленостях в следующих местах: *Yoldia* s. s., *Nuculana*, *Crenella* — в верхней сублиторали Белого моря при солености (S) 24—26‰ (Дерюгин, 1928; Гурьянова, 1949; Филатова, 1957), *Nucula* — у берегов Западной Камчатки при S=26,9 (Гордеева, 1948) и в южной части Каттегата при S<30, *Siliqua* — на западно-камчатском шельфе при S до 27‰. Некоторое понижение солености не является препятствием для нормального развития и других форм из этого списка (по данным Месяцева, 1931; Кузнецова, 1961, 1963; Багдасарян и др., 1966; и др.).

Кроме того, в коллекции есть солоноватоводные формы — *Corbicula*.

Температурные группировки

По отношению к температуре выделено несколько групп.

1. Широко распространенные эвритермные формы, живущие как при отрицательных температурах арктических морей, так и при высоких положительных температурах тропической области — двустворки *Acila*, *Nucula*, *Nuculana*, *Yoldia*, *Macoma*, *Tellina*, *Thyasira*, *Cardita*, *Laevicardium*, *Mya*, *Crenella*, *Pecten*, брюхоногие *Sipho*, *Neptunea*, *Polinices*. В эту же группу включены формы, узкую таксономическую принадлежность которых установить не удалось, — лопатоногие *Dentalium*, плоские ежи *Scutellidae*, офиуры, брахиоподы, серпулиды, мшанки.

2. Формы бореально-тропические, краевыми частями своего ареала заходящие в субарктику с ее низкими положительными температурами — двустворки *Siliqua*, *Solemya*, *Mytilus*, *Modiolus*, *Palliolulum*, *Lima-tula*, брюхоногие *Actaea*, усногие *Balanus*.

3. Формы южнобореально-тропические — *Nemocardium*, *Saxidomus*, *Ostrea*, *Glycymeris*, *Fissurella*.

4. Формы бореально-арктические — *Liocyma*.

5. Формы бореальные — *Malletia*, *Laternula*.

ПРИНЦИПЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДРЕВНИХ БАССЕЙНОВ ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Так как зависимость количественных соотношений различных экологических группировок от условий среды в современной морской гидробиологии хорошо изучена, можно восстановить некоторые из факторов внешней среды по известным количественным соотношениям.

Пища

Количественные соотношения фильтраторов и собирающих детритофагов зависят от соотношения пищи, находящейся во взвеси и лежащей на поверхности грунта.

Так как фильтраторы добывают пищу из придонных слоев воды, максимального развития они достигают в местах с высоким содержанием взвеси. При сопоставлении карт количественного распределения фильтраторов и распределения взвесей Берингова моря А. А. Нейман (1961) приходит к выводу, что участки, содержащие большое количество взвеси, совпадают с участками, где фильтраторы образуют большие биомассы.

Количественное распределение собирающих детритофагов определяется содержанием органики в грунте. Такая отчетливая связь видна при анализе карт содержания $S_{орг}$ и количественного распределения собирающих детритофагов по Охотскому и Берингову морям. На чисто промытых грунтах мелководий с низкими содержаниями органики ($< 0,5\%$) биомассы собирающих невелики. В северной части Охотского моря, где количество $S_{орг}$ составляет 2%, собирающие достигают биомасс в сотни граммов на квадратный метр, а в заливе Терпения, на плах с 3% органического углерода биомасса нукулан достигает огромной, редкой для собирающих форм величины — 2 кг/м² (Нейман, 1963; Савилов, 1961; Безруков, 1960; Атлас океанографических основ., 1955).

Грунт

Преобладание зарывающихся форм среди грунтовых группировок довольно однозначно говорит о развитии в биотопе мягких, позволяющих зарываться грунтов. Преобладание фауны обрастаний свидетельствует в пользу жестких, грубозернистых или каменистых грунтов. Однако незарывающиеся формы нередко заселяют биотопы и с топкими грунтами. Свободно лежащие выработывают в этом случае форму «грунтового парашюта», прикрепляющиеся используют как опору камни, твердые предметы, раковины и скелеты других животных и могут даже образовывать на плах целые банки.

Яркий пример зависимости количественного развития различных грунтовых группировок от характера грунта приводит С. А. Зернов (1934), основываясь на данных Л. А. Зенкевича по Приканинскому району. Анализировалось поведение эпифауны (незарывающиеся) и инфауны (зарывающиеся) в биотопах с гравийно-ракушечными, песчаными и илистыми грунтами (рис. 2).

«Оказалось, что общий вес бентоса правильно возрастает по линии гравий—песок—ил. Так же правильно и еще более резко возрастает так называемая инфауна, т. е. животные, обитающие в грунте, но вес эпифауны по линии гравий—песок—ил падает; это понятно, поскольку животным держаться на жидком грунте трудно, а закапываться в него легко...

Средний вес одного организма как всего бентоса, так и эпифауны падает по линии грунтов гравий—песок—ил. Это понятно: на более рыхлом грунте (песок) или на более жидком (ил) могут держаться только более легкие организмы» (Зернов, 1934, стр. 138).

Если проанализировать приуроченность к грунтам современных зарывающихся собирающих детритофагов, то окажется, что все их скопления связаны с тонкозернистыми, мягкими илистыми или сильно заиленными грунтами. Скопления *Yoldia hyperborea* Lov., *Nucula tenuis* (Mont.), *Nuculana pernula* (Möll.) в Кольском заливе встречены на илистом песке, глинисто-песчанистом иле, песчанистом иле (Дерюгин, 1915). Массовые скопления собирающих детрит двустворок (зарывающиеся формы) в Охотском море, по А. И. Савилову (1957), приурочены к глинистым и глинисто-алевритовым илам. При сравнении карты экологических зон донной фауны (Савилов, 1961) с картой донных осадков Охотского моря (Безруков, 1960) можно заметить, что верхняя граница зоны собирающих детрит *Bivalvia* на северном мелководье довольно точно повторяет очертания верхней границы илов и алевритов, лишь изредка заходя в область распространения песчаных осадков. А. А. Нейман (1963) приводит средние результаты гранулометрического анализа грунтов и участков дна, занятых биоценозами *Yoldia hyperborea* Lov. *Yoldia thraciaeformis* (Storer), *Nuculana pernula* (Möll.), *Macoma calcarea* (Gm.). На всех этих участках почти полностью отсутствуют частицы крупнее 0,25 мм, очень незначительно содержание фракции 0,1—0,05 мм, в то время как фракции 0,05—0,01 мм и менее 0,01 мм резко преобладают.

Полностью или частично зарывающиеся фильтраторы обычно заселяют песчаные грунты. Скопления прибрежных *Macra*, *Siliqua*, *Mya*, *Laternula* приурочены к различным пескам.

В Охотском море зона преобладания подвижных сестонофагов рыхлого субстрата (в основном зарывающиеся формы) занимает участки дна с чистыми и илистыми песчаными грунтами (Савилов, 1961). В Прикурильском районе отсортированные, отмытые от глины пески заняты биоценозами с преобладанием подвижных и зарывающихся филь-

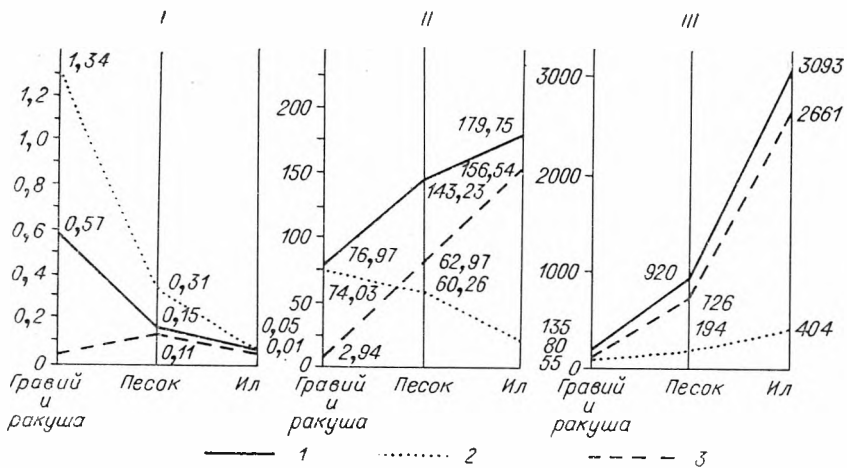


Рис. 2. Зависимость количественного развития бентоса от характера грунта. По С. А. Зернову (1934). I—средний вес одного экземпляра, II—биомасса, III—количество экземпляров; 1—весь бентос, 2—эпифауна, 3—мифауна.

раторов (Мурдмаа, 1961; Кузнецов, 1963). В Беринговом море биоценозы *Serripes groenlandicus*, *Cardium ciliatum* обитают на песках и крупных алевритах (Нейман, 1963).

Фауна обрастаний в современных морях обычна на жестких грунтах. Группировка мелких губок, гидроидов, мшанок и бокоплавов в проливе Екатерины населяет участки с гравийно-скалистыми грунтами (Атлас океанографических основ..., 1955). Биоценоз *Modiolus modiolus*, *Mytilus edulis*, *Spongia* и *Hydroidea* в Северо-Курильском районе распространен на скалистых и валунно-галечных грунтах (Кузнецов, 1963). В Охотском море фауна обрастаний, представленная губками, гидроидами, усоногими, брахиоподами и крупными серпулидами, достигает максимальных биомасс (более 3000 г/м²) на каменистых грунтах у полуостровов Пьягина и Кони (Савилов, 1961).

Газовый режим

Если в ископаемом сообществе доминируют стенооксибионтные (требовательные к кислороду) животные, понятно, что газовый режим палеобиотопы не мог быть нарушенным. Приводить примеры из современных морей, подтверждающие это положение, излишне: группа стенооксибионтных животных выделялась, исходя из их встречаемости в современных морях, только в хорошо аэрируемых водах.

Преобладание в ископаемом сообществе эвриоксибионтных (нетребовательных к кислороду) животных можно интерпретировать двояко. Газовый режим в палеобиотопе сообщества мог быть нормальным, но он мог быть и нарушенным. Решим эту дилемму с помощью правила Тинемана. Это правило гласит: чем больше условия жизни в биотопе отклоняются от нормальных и оптимальных для большинства организмов, тем беднее видами становится биоценоз и тем богаче индивидуумами отдельные виды. Следовательно, если ископаемое сообщество, в котором доминируют эвриоксибионтные формы, однообразно, систематиче-

ски бедно и имеет высокий биоиндекс (отношение числа экземпляров к числу видов), значит, оно обитало в неблагоприятных кислородных условиях. Если сообщество богато видами и имеет низкий биоиндекс, кислородные условия были благоприятными.

Гидродинамический режим

О гидродинамике палеобиотопа позволяют судить различные экологические характеристики ископаемого сообщества.

Так, количественные пропорции фильтраторов и собирающих детритофагов дают возможность, как было сказано, судить о соотношении пищи, находящейся в воде во взвешенном состоянии, с одной стороны, и лежащей на поверхности грунта, с другой. Это соотношение зависит от динамического состояния водных масс. Участки дна с сильными придонными токами воды богаты пищей во взвешенном состоянии; детрит же, содержащийся в грунте, взмучивается и вымывается вместе с тонкими фракциями грунта. На таких участках создаются благоприятные условия для пышного развития фильтраторов, а собирающие детритофаги, вынужденные довольствоваться скудной пищей, не достигают высоких значений биомасс.

В современных морях биоценозы с преобладанием фильтраторов приурочены к участкам повышенной гидродинамической активности. Мидиевые, устричные банки обычно развиваются в литорали и верхней сублиторали в местах усиленных приливо-отливных течений. Биоценозы *Echinarachnius parma*, *Astarte rollandi* в Охотском, Беринговом морях и северо-западном углу Тихого океана развиваются на чистых песках, отмытых течениями от глины и алевролита (Кузнецов, 1963; Савилов, 1961). Прибрежная полоса многих морей, подверженная волноприбойному воздействию (так называемое волновое поле), занята сообществами с преобладанием фильтраторов.

В участках ослабления течений транспортирующая сила потока падает, детрит обильно выпадает на дно и обогащает осадок пищей. Здесь количественные соотношения фильтраторов и собирающих детрит форм будут обратными.

В северо-восточном углу Охотского моря течение, выходящее из залива Шелихова, ослабевает и детрит обильно выпадает на дно. Именно в этих местах биомасса собирающих детритофагов достигает наибольших значений (200—300 г/м²). В затишных заливах Гижигинской губы и восточной части Сахалинского залива, где детрит накапливается на дне, значения биомассы собирающих также довольно высоки — более 50—100 г/м² (Савилов, 1957, 1961). На шельфе восточной части Берингова моря наиболее массовые скопления собирающих детритофагов связаны с районами слабых течений (Нейман, 1963). В заливах Анива и Терпения, в условиях спокойного оседания на дно значительных масс детрита, собирающие *Palaetaxodonta* также образуют огромные скопления (Атлас океанографических основ..., 1955). Обширные пространства дна с застойным гидродинамическим режимом придонных слоев воды занимает в Охотском море зона преобладания *Ophiura sarsi* (Пастернак, 1957).

Соотношения грунтовых группировок ископаемого сообщества позволяют судить о гидродинамическом режиме палеобиотопа, так как зависят от гранулометрии и механических свойств грунта, контролируемых гидродинамикой. Газовый режим палеобиотопа, который определяет соотношение кислородных группировок ископаемого сообщества, также контролируется гидродинамикой.

Таким образом, и соотношение пищевых группировок ископаемого сообщества, и соотношения грунтовых и кислородных группировок позволяют интерпретировать гидродинамический режим палеобиотопа. Но, анализируемые отдельно, они дают возможность установить лишь очень крупные градации гидродинамического режима. Например, соотношения пищевых группировок дают два подразделения подвижности вод: подвижные воды, с преобладанием пищи во взвеси над содержанием ее в грунте, и неподвижные, с обратным соотношением. По соотношениям грунтовых группировок можно выделить бурные воды (биоценозы с преобладанием фауны обрастаний) и воды низкой и средней активности (биоценозы с преобладанием неприкрепляющихся форм). Соотношения кислородных группировок ископаемого сообщества позволяют отличить застойные воды от подвижных, хорошо аэрируемых. Для нас важно, что границы градаций гидродинамического режима, выделяемых по различным признакам, не совпадают. Поэтому если в ископаемом сообществе выделить приспособительные формы по комплексу признаков, то по преобладанию тех или иных форм мы сможем обнаружить гораздо более дробные градации гидродинамического режима.

Классификация, преследующая своей целью восстановление гидродинамического режима, может иметь следующий вид (табл. 1).

Применение этой классификации возможно лишь с учетом всех других характеристик ископаемого сообщества и породы — общего количественного богатства бентоса, его разнообразия, размеров отдельных форм, гранулометрического состава обломочной части породы, текстурных особенностей, характера цемента, состава аутигенных минералов и т. д.

Корреляция должна наблюдаться не только между различными экологическими характеристиками, но и между литологическим составом осадка и биологическим обликом донного сообщества.

Прежде всего подвижность придонных слоев воды воздействует на формирование гранулометрического состава осадка и пищевого состава биоценоза. Более или менее сильные волнения и течения обуславливают преобладание песчаных и алевритовых фракций в осадке и фильтраторов в донном сообществе. Процент пелитовых частиц в осадке и собирающих детритофагов в биоценозе в таком участке незначителен. Преобладанием пелитовых частиц в осадке обычно сопровождается и преобладанием собирающих детритофагов в донном сообществе.

По Е. П. Турпаевой (1954), проводившей изучение коррелятивной зависимости между гранулометрическим составом грунта и соотношением пищевых группировок в современных биоценозах, собирающие детритофаги связаны высокими положительными корреляциями (+0,564 и +0,468) с самыми мелкими фракциями грунта (0,05—0,01 мм и менее 0,01 мм) и высокими отрицательными корреляциями (—0,503 и —0,408) с фракцией песка 1,0—0,1 мм и камнями. Фильтраторы А, питающиеся взвесью из придонных слоев воды, наоборот, явно предпочитают (коэффициент корреляции +0,492) песчаные грунты размерностью 1,0—0,1 мм и избегают мелкоалевритовых и глинистых илов (коэффициенты корреляции —0,660 с фракцией 0,05—0,01 мм и —0,710 с пелитовой фракцией). И наконец, фильтраторы Б, питающиеся взвесью из более высоких наддонных слоев, связаны высокими положительными корреляциями со всеми песчаными и более грубыми фракциями и значительными отрицательными корреляциями с алевритами и пелитами.

По приведенным данным хорошо видно, что корреляции между пищевым составом сообщества и гранулометрией осадка являются не исключительными, а преимущественными. Часть отклонений от этой ясно

Гидродинамические группировки

	Преобладающий в сообществе тип приспособительной формы			Таксономические группы
	отношение к грунту	отношение к кислороду	отношение к пище	
↑ Возрастание гидродинамической активности	Прикрепляющиеся	Стенооксибионтные	Фильтраторы	I <i>Mytilus, Modiolus, Ostrea, Balanus, Porifera, Bryozoa, Brachiopoda, Serpulidae</i>
		Стенооксибионтные	Фильтраторы	II <i>Pecten, Cardita, Siliqua, Glycymeris, Veneridae, Scutellidae</i>
	Неприкрепляющиеся	Эвриоксибионтные	Фильтраторы	III <i>Crenella, Laternula, Lima, Mya, Thyasira, Palliolum, Cardiidae</i>
			Собирающие детритофаги	IV <i>Palaeotaxodonta, Solemya, Tellinidae, Ophiuroidea</i>

выраженной закономерности можно объяснить тем, что влияние гидродинамики на пищевую структуру и гранулометрию несколько различно.

Гидродинамический режим определяется суммой двух видов движения воды — волнений и течений. Постоянные течения создают условия, «запретные» для отложения частиц размером менее критического для данной скорости потока, и переводят эти частицы во взвешенное состояние. На дне отлагаются лишь частицы размером больше критического, в биоценозе вследствие богатства пищи во взвеси преобладают фильтраторы. Периодические волнения, достигающие дна, также взмучивают мелкие фракции грунта и обеспечивают обилие пищи для фильтраторов. Но после прекращения волнений тонкие (обычно пелитовые) частицы снова оседают на дно и обогащают осадок пелитовыми фракциями. В таких участках с тонкозернистыми осадками преобладают фильтраторы, для которых вполне достаточно пищи, доставляемой периодическими взмучиваниями с последующими длительными периодами отставания. Тот же результат получается, когда волнения сопровождаются периодическими ветровыми течениями, но нет условий для сброса мелких частиц за пределы волнового поля. Обычно это происходит в небольших акваториях, отгороженных от открытого моря барьерами, — полузамкнутых лагунах, бухтах и т. д. или же в морях небольших размеров. Примером подобного необычного сочетания пелитового осадка и биоценозов с преобладанием фильтраторов может служить Азовское море. Этот небольшой по размерам бассейн имеет максимальную глубину 13 м. Периодически происходящие штормы взмучивают донные илы, обеспечивая богатство вод взвесью. Вынос суспензии в Черное море через Керченский пролив незначителен. Здесь на илах и песчаных илах пышно развиваются биоценозы кардиума, мтилястера,

дрейссенсии, монодакны (Воробьев, 1949; Зенкевич, 1963; Кленова, 1948; 1956; Горшкова, 1961; Федосов, 1961).

Подобное несоответствие соотношений пищевых группировок биоценоза и гранулометрического состава осадка является таким же следствием деятельности донных течений с непостоянной скоростью, как и двухвершинность гранулометрических гистограмм осадка.

Можно привести и другие примеры таких же несоответствий: глины и мергели мелководного Аральского моря заселены фильтраторами дрейссенсией, адакной, кардиумом, корбикулой (Бродская, 1952); дрейссенсиевые илы северного Каспия (Кленова, 1948, 1956); мидиевые илы Черного моря (Милашевич, 1916; Архангельский и Страхов, 1938) и т. д.

Подвижность водных масс через газовый режим придонных вод воздействует также на состав аутигенных минералов осадка и соотношение кислородных группировок биоценоза. Однако в дальнейшем, при диагенезе осадка, почти всегда протекающем в восстановительной среде, состав аутигенных железистых минералов может сильно измениться (Страхов, 1957, 1962). Поэтому степень несоответствия экологической структуры сообщества (соотношение кислородных группировок) и состава аутигенных минералов породы может служить мерой значительности диагенетических процессов.

Соленость

Преобладание стеногалинных морских форм среди солевых группировок в ископаемом сообществе позволяет довольно однозначно судить о нормальной или близкой к ней солености бассейна. Преобладание же эвригалинных солоноватоводно-морских форм не позволяет делать таких определенных выводов. Соленость бассейнов, населенных такими сообществами, могла быть пониженной, но не исключено, что она была и нормальной.

В первом случае преобладание эвригалинных форм должно сопровождаться уменьшением качественного богатства сообщества, увеличением биоиндексов. В последнем случае наиболее вероятно обитание сообщества в прибрежном мелководном биотопе, поскольку для прибрежной мелководной полосы, как было установлено С. А. Зерновым (1934), вообще характерна неустойчивость, частая смена солености и других факторов среды, ведущая к отбору эврибионтных (и в первую очередь эвригалинных) элементов. В этом случае преобладание эвригалинных форм обычно сопровождается и преобладанием реофильных форм, так как зона прибрежного мелководья с неустойчивым солевым режимом чаще всего бывает одновременно и зоной повышенной гидродинамической активности.

Температура

Температуры древних морей по их донному населению могут быть восстановлены с трудом и в очень широких пределах. Большинство родов бентоса отличается крайней эвритермностью. Именно они обычно и преобладают в коллекциях. Поэтому о тепловодности и холодноводности комплекса приходится судить по присутствию, а не по преобладанию стено-термных холодноводных или тепловодных родов. При их отсутствии (если в комплексе существуют только эвритермные формы) качественная бедность может быть интерпретирована как показатель холодных вод.

А. Н. Голиковым (1966) было показано, что фауна дает возможность судить в основном о гидрологически летних температурах, так как распространение бентоса сдерживается не неспособностью животных вообще существовать при низких температурах, а неспособностью их размножаться в этих условиях. Летний прогрев воды, хотя бы кратковременный, предоставляет такую возможность для размножения. Если минимум температур сильно отклонялся от летнего максимума, т. е. существовала резкая смена сезонов, то на раковинах могли появляться годовые кольца.

Глубина

Труднее всего восстановить по ископаемому зообентосу глубину древнего бассейна. Как мы видели, ни распределение видов или родов, ни распределение биоценозов и биологических зон однозначно глубиной не определяется. Это могло бы показаться странным, ведь глубина — это фактор, контролирующий температуру, соленость, газовый и гидродинамический режимы, распределение пищи и т. д. Однако батиметрический контроль осуществляется в каждом водоеме по-разному. Например, в Средиземном море до самого дна, до глубин более 2000 м, воды имеют температуру не ниже 13°, в области экваториального Гвинейского течения на глубине 1000 м температура падает до 4,8°, а для теплого Японского моря существует даже понятие «глубинная Арктика». В тропическом поясе этого моря температура воды на наибольших глубинах около 0° (Зенкевич, 1956).

Не менее различен для разных морей батиметрический контроль и над гидродинамикой. В обширной акватории Черного моря «киловая линия» расположена не глубже 40 м, а в Курильских проливах даже на глубинах более 2000 м известны грубые осадки, отмытые от песка.

То же самое можно сказать и о солености. Черноморские, беломорские, балтийские воды резко стратифицированы по солености, воды Курильских проливов имеют одинаковую соленость от поверхности до дна, а в Беринговом море, северо-западной части Тихого океана и многих других акваториях, имеющих широкое сообщение с океаном, солевая стратификация хотя и существует, но очень незначительна и почти не влияет на распределение животных.

И какой бы другой фактор внешней среды мы ни взяли, он также будет контролироваться глубиной, но в каждом море по-разному. Поэтому для восстановления глубин палеобиотопов необходимо прежде всего установить, желательнее более конкретно, палеогеографию бассейна, его тип (геосинклинальный или платформенный, широкий шельфовый или расположенный в области перехода от континента к океану, изолированный или открытый и т. д.) и в дальнейшем руководствоваться характером глубинного контроля, установленным для современного бассейна, аналогичного восстанавливаемому древнему.

Однозначно связаны с глубиной только давление и свет. Давление — также фактор эволюции, но результаты влияния этого фактора обнаруживаются только при сравнении населения зон, очень сильно отличающихся по глубинам. Основной ранг эндемизма абиссали и ультраабиссали — видовой. Эндемичных родов немного (Беляев, 1966). Поэтому даже в неогеновых отложениях, содержащих мало современных видов, мы не смогли бы отделить ультраабиссаль от абиссали или абиссаль от батнали, не говоря уже о более дробных подразделениях. К тому же формы, обитающие сейчас только в глубоководной зоне океана, сформировались (по Зенкевичу и Бирштейну, 1961) в мелководье и затем переселились оттуда. Значит, нахождение в ископаемом состоянии формы, эндемичной для

современной абиссали, не может рассматриваться как аргумент в пользу абиссального происхождения вмещающих пород. Можно привести пример, подтверждающий это положение. Так, в миоценовом отделе Советского Дальнего Востока двустворки *Malletia* встречаются в заведомо сублиторальных отложениях. Например, в миоценовой пестроцветной свите мыса Туного (Восточная Камчатка, по Храмову и Салпну, 1966) маллетии ассоциируют с многочисленными кардитами, ацилами, иольдиями, латернулами, макомами, саксикавами, кренеллами, мидиями, тиазирами и другими формами. Количественное богатство и разнообразие комплексов, литология вмещающих пород также убеждают в том, что это отложения довольно мелководные, во всяком случае сформировавшиеся в сублиторали. В то же время современные маллетии — формы батнально-абиссальные и в сублиторали не встречаются.

Другая закономерность — экологическая. Частицы детрита тех размеров, которые годятся в пищу фильтраторам, достигают дна в области больших глубин за десятки и сотни лет. Донными детритоедцами они поглощаются уже почти потерявшими пищевую ценность. Все глубоководные детритоеды поэтому должны выработать способность усваивать трудноразложимую органику. Нахождение таких характерных форм, как *Palliolum*, *Varimussium*, *Lima*, *Malletia*, мелких *Acila* может быть истолковано как показатель больших глубин. Этому должны отвечать низкие биомассы и бедность биоценоза видами. Но этот признак неоднозначен. Все перечисленные неприхотливые к пище животные к тому же и эвриоксибионтны, поэтому их преобладание, сопровождающееся качественной и количественной бедностью сообщества, может указывать и просто на нарушенный газообмен биотопа относительно малых глубин.

Важным признаком глубоководных отложений, хотя также свойственным не только им, является их бедность бентосом при обилии остатков пелагических животных — зубов акул, слуховых косточек китов, раковинок радиолярий, глобигерин, птеропод, остатков диатомей, кокколи-тофорид и др.

ОТСУТСТВИЕ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДРЕВНИХ БАССЕЙНОВ

Немые толщи до сих пор привлекают незаслуженно мало внимания палеонтологов. Между тем литолог, изучив все характеристики породы, иногда не придает должного значения главной ее особенности — отсутствию окаменелостей. Многие физико-географические условия древних бассейнов не могут быть установлены без учета отсутствия фауны в немых толщах (Геккер, 1957).

Отсутствие остатков зообентоса в осадочных морских толщах может объясняться безжизненностью палеобиотопа, отсутствием в нем скелетных форм или раннедиагенетическим растворением скелетных остатков. При выщелачивании скелетных остатков на более поздних стадиях диагенеза в породе остаются отпечатки. Характер раннедиагенетических изменений тесно связан с гидрохимическим режимом придонных вод и во многом определяется этим режимом.

Причиной отсутствия жизни в водоеме или в каком-то его участке может быть аномальное развитие любого из факторов среды. Аномалии некоторых факторов в реальной природе не встречаются и поэтому могут не учитываться. Практически причиной отсутствия зообентоса

в древних морях может быть застойный гидродинамический режим, часто сочетающийся с обилием органики в грунте и приводящий к аномальной гидрохимии (восстановительная обстановка, понижение рН, отсутствие кислорода, аномальные количества CO_2 , H_2S , и др.), аномально высокая соленость, большая скорость осадконакопления, подвижность грунта. Первые два фактора неоднократно и подробно рассматривались в геологической литературе (Страхов, 1957, 1962; Марковский, 1966; Рухин, 1962, и др.).

При большой скорости осадконакопления молодь донных организмов не успевает вырасти, засыпается массой обломочного материала. В дельтах Амударьи и Волги скорость осадконакопления достигает 2 см в год (Бродская, 1952; Кленова и Ястребова, 1956). Понятно, что такие осадки не представляют устойчивого и надежного субстрата для бентоса. Скорости накопления леплового материала при извержениях могут быть значительно большими. Туфовые осадки также бывают совершенно немymi.

Наконец, некоторые осадки отлагаются так катастрофически быстро, что независимо от того, хороши или плохи были при этом условия жизни, донные животные просто не успели бы в процессе их отложения ни заселить дно, ни вырасти. Примером таких осадков являются лахары — отложения грязевых потоков, а также продукты отложения в море несортированного материала из потока, возникшего при бурном таянии снега во время извержения вулкана. Наиболее распространены представителем осадка, отложенного спазматически быстро, надо признать турбидиты, формирующиеся в течение нескольких дней или часов при затормаживании суспензионных потоков (Эрикссон, Юинг, Хизен и Воллин, 1957; Петелин, 1957, 1960, и др.). Осадки подобного типа, естественно, не могут содержать остатков бентоса, жившего во время осадконакопления. Все органические остатки здесь могут быть только переотложенными, снесенными более или менее далеко от места своего обитания.

Перечисленные генетические типы осадков имеют свои характерные диагностические признаки, легко опознаются в поле. Немymi их зачастую можно назвать лишь с оговоркой — они не содержат фауны *in situ*. Переотложенные остатки распределяются в них по тем же закономерностям, что и неорганические обломки.

Подвижные грунты лишены бентоса потому, что движущиеся частицы грунта перемалывают, перетирают все живое. Безжизненны пятна гравийных грунтов в Баренцевом море (Кленова, 1960; Броцкая и Зенкевич, 1939), отсутствуют донные беспозвоночные на подвижных грунтах литорали Командор (Гурьянова, 1935). Признаком перемываемых грунтов должна быть их хорошая сортировка, отмытость от глины и алевролита.

Пониженная соленость может привести к качественному обеднению донного сообщества, но не к безжизненности. Даже в углу Таганрогского залива Азовского моря, перед устьем Дона, в биотопе с $\text{Cl}=0,01—0,88\%$ развит биоценоз *Balanus*, в котором живут также *Monodactna*, *Pseudoanodonta*, *Unio* (Воробьев, 1949).

Высокие температуры вод — фактор, допускающий развитие жизни. Тропическая верхняя сублитораль, где отмечены максимальные температуры морской воды, густо заселена. Обильно заселены бентосом все арктические моря с минимальными температурами придонных вод (до $-3,3^\circ$). Часто отмечаемая безжизненность литорали и самой верхней части сублиторали арктических морей обусловлена не низкими температурами воды, а истирающим действием льдов (Филатова, 1957).

Биомассы абиссали в тысячи раз меньше сублиторальных биомасс, не приводят к столь же малым объемным содержаниям организмов в породе, иначе абиссальные породы пришлось бы считать практически немymi. Скорости осадконакопления в абиссали также во много раз меньше, чем в сублиторали, поэтому средние объемные соотношения между породой и остатками бентоса значительно выравниваются.

Б. П. Марковский (1966) считает, что вулканические извержения могут быть причиной отсутствия жизни в море. Среди геологов и вулканологов, изучающих немые вулканогенные толщи, такое мнение также широко распространено. Действительно, вулканические выделения какое-то время на определенной территории моря могут создавать концентрации некоторых элементов, являющиеся смертельными для всей органики. Причиной массовой гибели может стать повышение температуры, аномальная концентрация водородных ионов и другие факторы, сопровождающие извержение. Однако, во-первых, массовая гибель вызовет и массовое захоронение погибших животных под продуктами извержения, а во-вторых, причиной отсутствия окаменелостей в самих продуктах извержения служат не столько неблагоприятные условия среды, сколько большие скорости отложения. Аномальные гидрохимические условия, не допускающие существования органики, сохраняются и после извержения на какое-то время на определенной территории. На какое же время и на какой именно территории? Если вулканические эксгаляции являются постоянно действующим фактором, возмущающим гидрохимию, каков радиус их смертельного действия? Изучение морского бентоса районов современного активного вулканизма позволяет думать, что вулканизм не препятствует развитию жизни. В хорошо изученной акватории Курило-Камчатской зоны активного вулканизма (Савилов, 1961; Кузнецов, 1963; Зенкевич, Филатова, 1958, и др.), для которой характерны и катастрофические извержения, и постоянные подводные фумаролы, и массовый вынос кислых растворов с островов, распределение бентоса подчиняется обычным закономерностям и определяется, как и везде, распространением пищи, гидродинамикой, характером грунтов, глубиной, газовым режимом и т. д. Газовый режим, в свою очередь, определяется гидродинамикой и общим количеством живой и мертвой органики. Никакого влияния гидрохимических аномалий, связанных с вулканизмом, отметить не удастся. Тем более — безжизненных зон. Во всяком случае, если они и существуют, размер их очень невелик, вследствие чего при существующей густоте сетки бентосных проб они не улавливаются. Это понятно: волнения, течения, вертикальные перемешивания воды быстро нивелируют любые гидрохимические аномалии. Аномалии могли бы сохраняться и возрастать лишь в небольших замкнутых водоемах. Однако проявления активного вулканизма обычно связаны с морями геосинклинального типа, имеющими большие размеры и широкую связь с океаническим бассейном.

Кроме безжизненности палеобиотопа к образованию немых толщ может приводить и отсутствие в нем скелетных форм. Скелетные формы среди бентоса иногда отсутствуют на мягких, топких илах, чаще всего на абиссальных глубинах, где доминируют всевозможные черви, особенно неприхотливые полихеты. В фауне абиссали северо-западной части Тихого океана, например, ведущей группой являются полихеты (Зенкевич и Филатова, 1958).

Карбонатные скелетные остатки могут выщелачиваться холодными, недосыщенными CaCO_3 водами (Страхов, 1962). Особенно интенсивно идет растворение раковин в арктических морях, таких как Карское (Филатова и Зенкевич, 1957). В северо-бореальном Беринговом море

карбонатные раковины в донных осадках также растворяются (Лисцын, 1966). То же явление отмечено и в абиссальных водах всех климатических поясов на глубинах более 4500—6000 м (Страхов, 1962; Романкевич, Баранов, Христианова, 1964).

Критериями, позволяющими установить отсутствие окаменелостей именно по этой причине, могут быть:

- 1) общая бескарбонатность породы;
- 2) отсутствие остатков как пелагических, так и донных организмов с известковым скелетом. При этом кремневые и хитиновые остатки могут присутствовать;
- 3) палеогеографическая обстановка накопления толщи и литологические признаки породы, позволяющие установить низкие температуры палеобиотопов.

Возможно, приведенная классификация неполна. Ясно одно — отсутствие фауны является такой же биологической закономерностью, как и ее присутствие. Ненахождение окаменелостей может и должно давать не менее определенную информацию о физико-географических условиях древнего бассейна, чем их обнаружение. Важно и еще одно направление изучения причин отсутствия окаменелостей. Определение стратиграфической последовательности структуры немых толщ очень часто сдерживается именно отсутствием в них ископаемых органических остатков. Установив фактор, явившийся причиной отсутствия окаменелостей, и проследившая по литологическим признакам изменение этого фактора в оптимальную для жизни сторону, можно найти литологические разности, содержащие окаменелости.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ДЛЯ ДЕТАЛЬНОЙ БИОСТРАТИГРАФИИ

Для детальной стратиграфической параллелизации обычно оказываются малопригодными как метод руководящих форм, так и статистический (процентный) метод.

Применение более тонких методов, основанных на эволюционных сменах фаун, связано с очень жесткими требованиями к систематике. В этом случае необходима разработка конкретных филогенезов, иногда выделение более дробных, чем вид, категорий, сменяющих друг друга во времени.

Метод детальной стратиграфической параллелизации при помощи местных фаунистических комплексов основан на допущении одновременного существования одинаковых условий обитания фаун и одновременной их смены в разных районах.

Это допущение вполне справедливо для различных частей единого в тектоническом отношении региона, в котором тектонические движения проявлялись одновременно и приводили к одинаковому изменению физико-географических условий, а следовательно, и к одинаковой смене биоценозов.

При корреляции такими методами основываются не на присутствии или отсутствии каких-либо форм в комплексе, а на их количественных соотношениях (Геккер, Осипова, Бельская, 1962; Осипова, 1955). Фаунистический комплекс необходимо, прежде всего, разделить на формы преобладающие, характерные, второстепенные и случайные. Подход к разделению комплекса на указанные градации обязательно должен быть количественным и основываться на каких-то строго объективных цифровых показателях.

При нечеткости критериев для отнесения формы к той или иной градации в разряд характерных могут попасть формы довольно редкие в изучаемом горизонте, и наоборот. Например, в унифицированной стратиграфической шкале неогеновых отложений Западной Камчатки (Решения Межведомственного совещания..., 1961) в составе комплекса форм, характерных для гакхинской свиты, указаны *Nuculana (Borissia) alferovi* Slod. В то же время в многочисленных фаунистических списках гакхинской свиты, приводимых в работах по геологии и стратиграфии этого района, *N. (Borissia) alferovi* Slod. нигде не упоминается. Очевидно, этот вид был установлен в незначительном количестве экземпляров в немногих местонахождениях, иначе он фигурировал бы в большинстве приводимых списков, как, например, фигурирует *Nuculana (Borissia) alferovi* Slod. в фаунистических списках холмской свиты Южного Сахалина. По-видимому, критерием для отнесения этой формы в разряд характерных для гакхинской свиты служила не частая ее встречаемость в разрезах свиты, а что-то иное. Что именно — неясно.

Основным показателем, позволяющим производить расчленение комплекса на преобладающие, характерные, второстепенные и случайные формы, должен быть показатель, каким-то образом отражающий вероятность нахождения формы при сборах.

Вероятность нахождения какой-либо формы при поисках органических остатков зависит как от частоты встречаемости этой формы в различных местонахождениях, так и от степени ее количественного участия в образовании тафоценоза каждого местонахождения. Действительно, в том случае, если она распространена во всех местонахождениях, но в подчиненных количествах, вероятность ее обнаружения зависит только от массовости сборов из каждого местонахождения. В том же случае, если эта форма доминирует в редких местонахождениях, вероятность ее обнаружения зависит лишь от количества точек сбора окаменелостей.

Для одновременной оценки обеих величин (частоты встречаемости и количества экземпляров) надо ввести особый показатель, наивысшему значению которого должны удовлетворять преобладающие формы. В гидробиологии, которая имеет дело с выделением руководящих, характерных и второстепенных форм биоценозов, существует аналог такого показателя. Называется он индексом плотности и вычисляется как среднее геометрическое из произведения частоты встречаемости формы в пределах распространения данного биоценоза на среднюю биомассу формы. Средняя биомасса вычисляется путем суммирования биомассы формы на каждой конкретной станции в пределах распространения биоценоза и деления ее на общее число станций, взятых в этих пределах, даже если форма и не встречена на некоторых из них (Броцкая и Зенкевич, 1939; Филатова, 1938; Зенкевич, 1947, и мн. др.).

Аналогия индекса плотности тому показателю, который мы ищем, очевидна. Для применения его в биостратиграфии необходимо только заменить станцию на местонахождение, биомассу — на количество экземпляров, а биоценоз — на стратиграфический горизонт. Можно назвать этот показатель индексом вероятности встречи.

Расположив формы в списке в порядке убывания индексов вероятности их встречи, мы получим наглядное представление об их значимости в комплексе. Для того, чтобы выделить преобладающие, характерные, второстепенные и случайные формы, надо задаться только цифровым ограничением этих классов.

Так как при детальной корреляции мы используем фациальные фаунистические комплексы, т. е. такие, смена которых зависит не от вы-

мирования старых и появления новых форм, а от изменения физико-географических условий бассейна, то для каждого из выделенных комплексов полезно было бы называть не только руководящие формы, но и экологический облик этих комплексов, который также был бы неплохим коррелирующим признаком.

Для корреляции разрезов можно использовать и другие количественные показатели: содержания окаменелостей в породе, разнообразие сообществ (число родов, типов, других таксономических категорий в сообществах).

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ

В настоящее время в палеонтологии для целей палеоэкологии и биостратиграфии широко применяются качественные, словесные оценки значимости формы в комплексе: фон, обильно, часто, редко, единично (Иванова, 1949, 1953, 1958); много, местами много, редко, единично (Осипова, 1955; Геккер, Осипова, Бельская, 1962).

Р. Л. Мерклин (1950, стр. 34) при выделении ассоциаций палеоценоза различает следующие группы видов: «...преобладающие (число особей превышает 50% всех прочих), характерные (число особей превышает 25%), сопутствующие (число особей превышает 10%) и случайные (единичные экземпляры или не принадлежащие к донной фауне). В связи со спецификой палеоэкологического исследования процентные соотношения могут быть приблизительными».

Применение методики точного количественного учета наталкивается на многие возражения и трудности, связанные со спецификой палеонтологического материала.

Основное возражение здесь следующее: количественные соотношения в коллекции могут не отвечать истинным соотношениям в породе (Иванова, 1958; Мерклин, 1950). Это несоответствие может возникнуть на всех этапах работы палеонтолога: при сборах, препарировке, определении.

Количественные соотношения в непрепарированной коллекции могут не отвечать истинным соотношениям в породе из-за выборочности сборов.

Количественные соотношения в препарированной коллекции могут не отвечать таковым в непрепарированной из-за невозможности выделения всех органических остатков.

И наконец, соотношения определимых форм могут не соответствовать таковым для всех выделенных из породы остатков из-за невозможности определения всех окаменелостей. Следует сразу же отметить, что предлагаемая иногда оценка количественных соотношений непосредственно в пласте также не устраняет этих трудностей. Без точных подсчетов и измерений оценить соотношения биомасс невозможно, а чтобы измерить окаменелости, их надо выделить из породы и, таким образом, все же столкнуться с перечисленными трудностями.

Методика сбора и обработки материала, примененная при изучении стратиграфии и палеоэкологии усть-камчатской серии, позволяет преодолеть большинство из этих трудностей.

При обработке разреза интервал между отдельными пробами берется не более 10 м. Отбор пробы производился из ограниченного интервала мощности пласта 5—15 см. Основания для выбора именно такого интервала можно свести к следующему.

При увеличении интервала отбора увеличивается охватываемый диапазон времени, в результате чего собранный материал характеризует не конкретные сообщества, заселявшие дно в какой-то фиксированный момент времени, а в значительной степени интегрированное, обобщенное сообщество. Количественные соотношения, которые можно измерить в такой пробе, будут отражать лишь среднее из соотношений различных биоценозов или различных модификаций одного биоценоза, последовательно сменявших друг друга на изучаемом участке за время формирования интервала.

В. А. Крашенинников (1960) считает, что при отборе образцов на микрофауну интервал отбора должен составлять доли сантиметра. Существует тенденция и при сборе макрофауны ограничиваться плоской площадкой, расчищаемой по напластованию. Аргументация в пользу такого ограничения: плоскость напластования представляла собой морское дно и потому все окаменелости, лежащие в настоящее время на этой плоскости, жили на дне древнего бассейна одновременно. Вряд ли это справедливо. Плоскость напластования принять за окаменевшее дно можно, но различные ископаемые организмы занимали по отношению к нему самое разное положение. Только свободно лежащие организмы, действительно, одинаково располагались на самой поверхности дна. Прикрепляющиеся животные селились на различной высоте над дном: на камнях, коралловых постройках, литотамнии, скелетах других организмов. И если биссусно прикрепляющиеся после смерти падали на дно, то цементно прикрепляющиеся оставались в таком положении вплоть до погребения осадком. Зарывающиеся формы размещались под поверхностью грунта, и тоже на очень различной глубине. Частично зарывающиеся располагались в самом верхнем слое грунта и над его поверхностью, полностью зарывающиеся — под поверхностью; такие формы, как *Acila*, *Malletia*, — под самым поверхностным слоем, латернулы, трации и др. — значительно глубже (до 15—20 см и более). Нукулы могут закапываться в грунт до 50 см (Мерклин, 1949). Некоторые *Mya* углубляются в грунт в отдельных случаях на 3 м (Мерклин, 1960).

Если животные в древнем бассейне захоронялись в прижизненном положении, то на расчищенной по напластованию площадке мы будем иметь: свободно лежащие формы — одновременные стратиграфическому уровню площадки; зарывающиеся — более молодые; прикрепляющиеся к выступавшим над дном предметам — более древние. При этом если вертикальное расстояние в древнем бассейне между самыми высоко прикрепляющимися и самыми глубоко зарывающимися составляло всего 20 см, а скорость накопления осадков была довольно большой — 10 см в тысячелетие, то разновозрастность форм, находимых в окаменелом состоянии на одной плоскости напластования, достигнет 2000 лет. И это еще не предельный случай.

Если захоронение не прижизненное, скелетные элементы смещены из прижизненного положения, то значит, обобщила, усреднила конкретно существовавшие разновозрастные живые сообщества сама древняя природа. Ведь для того, чтобы сместить из прижизненного положения моллюска, зарывшегося на 5 см, надо, чтобы смещающий фактор (например, сильное воздействующее на дно волнение) перемешал грунт не менее чем на эти 5 см.

Более глубоко зарывающиеся формы останутся в прижизненном положении со всеми вытекающими отсюда важными для нас последствиями. И никаких возможностей для палеонтолога разобраться, какой организм принадлежал более древнему биоценозу, а какой — более молодому, природа не оставляет.

Наконец, возможно смещение животных из прижизненного положения и без перемешивания грунта — хищными бентоседами (рыбами, головоногими). Хищники выдергивают моллюсков из толщи грунта и затем откладывают их остатки на поверхность. Однако то, что они, так сказать, «приводят к общему знаменателю», к поверхности дна, не всех донных беспозвоночных, еще более осложняет дело.

В некоторых случаях (Белокрыс, 1965) при внезапно наступавших заморах или иных неблагоприятных условиях представители инфауны вылезали на поверхность, где и погибали. Такие случаи, однако, редки.

Таким образом, стремление к чрезмерному сужению интервала отбора пробы вряд ли можно считать оправданным.

Исходя из всех этих соображений автор принял оптимальным интервалом отбора пробы 5—15 см, минимум, еще не представляющий больших технических трудностей.

Необходимый объем пробы устанавливался таким образом: из фиксированного интервала мощности пласта последовательно отбирались пробы со все возрастающим объемом. Строился график, на котором по абсциссе откладывался объем пробы, а по ординате — удельное содержание окаменелостей в экзemplярах на кубический дециметр или в кубических сантиметрах биообъема на кубический дециметр пробы (рис. 3, 4). При малых объемах пробы содержания резко колебались; с увеличением объема колебания уменьшались; наконец, начиная с некоторого значения, дальнейшее увеличение объема пробы не приводило к существенным отклонениям содержания по разным пробам друг от друга.

Кривые, ограничивающие поле разброса данных, выходили на асимптоту. Это значение (3—4 дм³) принималось за минимально допустимый объем пробы.

На практике объемы отбора колебались в зависимости от различных специфических потребностей от 3 до 6—10, редко до 30 дм³.

Интересно сравнить этот объем с объемом пробы, захватываемой дночерпателем. Площадь захвата дночерпателя 0,25 м² или 25 дм². Глубина захвата колеблется от 1—5 см на жестких песчаных грунтах до 10—20 см на мягких илистых (Зенкевич, 1951). Важен не весь этот диапазон, а глубина слоя, в котором сосредоточена жизнедеятельность интересующих нас животных (сохраняющихся в ископаемом состоянии). Так, для иольдиево-нукулановых, макомовых биоценозов, наиболее характерных для усть-камчатской серии, вполне достаточной глубиной захвата можно считать 3—4 см, так как длина раковин этих животных не превышает 5—6 см, а закапываются они в грунт на половину — две трети длины. Если дночерпатель углубится в грунт более чем на 3—4 см, то живых иольдий и нукулан, учитываемых в пробе, он все равно принесет столько же, сколько и при минимально необходимой глубине захвата. Объем пробы составит в этом случае 25 дм² × 0,3—0,4 дм = 7,5—10,0 дм³. Цифра того же порядка, что и в наших пробах.

Отбор пробы и измерение ее объема производились так: порода из заданного интервала мощности пласта извлекалась и складывалась в сосуд известного объема. Затем в сосуд доливалась вода до обреза; объем воды при наполнении измерялся. Объем пробы получался вычитанием объема налитой воды из объема сосуда.

До отбора пробы, непосредственно в пласте и во время первичной полевой препарировки изучались тафономическая характеристика сообществ, литология вмещающей породы. Производились первичные полевые определения окаменелостей. Из каждой пробы отбирался образец и обломок на шлиф.

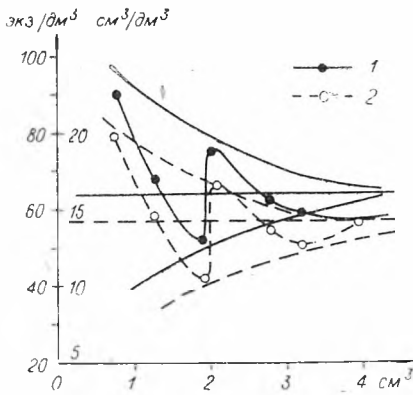


Рис. 3. Изменение содержаний окаменелостей с увеличением объема пробы. 1—содержание, $\text{см}^3/\text{дм}^3$; 2—содержание, экз/дм³. Проба 32-2.

зывалась почти нацело сложенной органогенными обломками. Выделить все или хотя бы большую часть окаменелостей при этом было совершенно невозможно. В таких случаях приходилось принимать как необходимое допущение, что количественные соотношения среди всех выделенных из породы остатков соответствуют количественным соотношениям в непрепарированной коллекции.

В каждой пробе подсчитывалось общее количество экземпляров окаменелостей, процент двустворчатых особей и разрозненных створок. Производились таксономические определения с той степенью точности, какую допускала сохранность окаменелости. Подсчитывалось количество экземпляров каждого вида, рода.

Оценивать количественные соотношения различных группировок при палеоэкологическом анализе по количеству экземпляров окаменелостей было бы неверно. Даже виды, относящиеся к одному роду, иногда резко отличаются по размерам. Еще больше разнятся виды различных семейств, отрядов, классов и т. д.

В современной гидробиологии широко применяется сравнение различных групп бентоса по биомассе. Попытки использовать весовые характеристики для оценки количественных соотношений известны и в палеонтологии (Имбри, 1957). Однако брать весовые соотношения не всегда возможно, так как разрозненные створки иногда не удается отделить от штуфа породы, а раковины с сомкнутыми створками могут быть заполнены породой с различным удельным весом и различной полнотой заполнения.

На коллоквиуме «Современные и ископаемые двустворчатые и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания», состоявшемся в мае 1965 г. в Москве, Л. С. Белокрыс (1965) и автор (Салин, 1965) предложили оценивать количественные соотношения в ископаемом сообществе по объемам окаменелостей.

Во время препарировки в камеральной обстановке в большей части случаев удавалось выделить из породы все имеющиеся в ней скелетные остатки животной органики. Процентное содержание окаменелостей в породе (по объему) лишь в редких случаях достигало 6—7%, обычно не превышая 1—2%. Поэтому отделить одну окаменелость от другой с большими или меньшими трудностями, но всегда было возможно. Мелкие обломки раковин, составлявшие не более 1/3—1/4 части створки, при этом не выделялись, относились к разряду «битой ракушки». Иногда они составляли существенную часть имеющихся в породе окаменелостей. Наконец, в исключительно редких случаях порода окоченьевала почти нацело сложенной органогенными обломками.

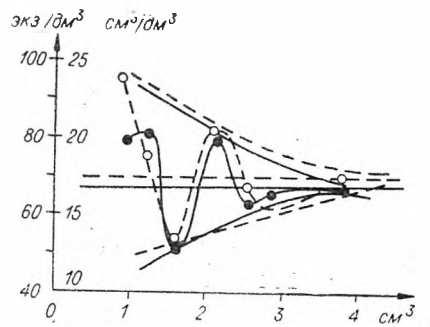


Рис. 4. Изменение содержаний окаменелостей с увеличением объема пробы. Проба 32-1. Усл. обозн. см. рис. 3.

Л. С. Белокрыс измерял истинные объемы раковин моллюсков в бюретках и мензурках. Однако так можно определить лишь объемы особей полной сохранности; объемы обломанных экземпляров, а тем более разрозненных створок, которые нельзя отделить от штуфа породы, таким образом измерить невозможно.

Для усть-камчатских сообществ, представленных в значительной части разрозненными или обломанными створками, прямое измерение истинных объемов неосуществимо. Поэтому автором было предложено за объем раковины принимать объем описанного прямоугольного параллелепипеда, вычисленный как произведение длины раковины на ее высоту и выпуклость (Салин, 1965, 1966).

Впоследствии был введен поправочный коэффициент для пересчета измеренных объемов на истинные. Для каждого вида, рода из измеренной коллекции отбирались образцы полной сохранности, истинный объем которых непосредственно устанавливался в мензурках. Для этих образцов вычислялся коэффициент K , равный $\frac{V_{ист.}}{V_{изм}}$. Затем выводились средние коэффициенты для каждого вида, подрода, рода. Для таксонов, представленных в коллекции небольшим числом особей и не имеющих экземпляров полной сохранности, поправочные коэффициенты высчитывались по морфологически близким современным или ископаемым раковинам.

Истинный объем мшанок (обломки ветвистых колоний) и денталиумов вычислялся как объем цилиндра, баланусов — как объем усеченного конуса.

Объемы всех окаменелостей, вычислявшиеся как произведение длины на выпуклость и высоту, при помощи поправочных коэффициентов пересчитывались на истинные. Количественные соотношения форм и группировок ископаемого сообщества оценивались по истинным объемам слагающих их форм.

Для облегчения работы в некоторых пробах с особенно большим числом особей одного вида (более 50—100 в одной пробе) измерению подвергались не все раковины этого вида, а 15—50 экземпляров. Вычислялся средний объем одного экземпляра. Суммарный объем окаменелостей данного вида в пробе принимался как средний объем одной особи на число особей.

В каждой пробе вычислялись: общее содержание окаменелостей в кубических сантиметрах биообъема на кубический дециметр породы или в процентах; соотношения (по объему) биологических группировок, различающихся своим отношением к пище, газу, грунту, солености, температуре; индексы преобладания биологических группировок и отдельных форм; количественная структура сообщества. Так как удельный вес большинства организмов бентоса можно без большой погрешности принять одинаковым, то объемные соотношения будут идентичными весовым соотношениям или соотношениям биомасс.

Интересно было сравнить выведенные количественные соотношения с теми, которые можно получить без измерений, на глаз. Во всех случаях оценка объемных соотношений на глаз оказывалась даже приблизительно не соответствующей истинной, установленной на основании измерений. При оценке на глаз обычно резко занижалась роль немногочисленных, но крупных форм сообщества по сравнению с многочисленными мелкими.

Это служит показателем того, что и в пласте без извлечения окаменелости из породы невозможно правильно оценить количественные объемные соотношения сообщества.

По каждой пробе определялось также качественное богатство сообщества — число видов, родов, семейств, классов, типов.

Физико-географические условия древнего бассейна восстанавливались по сумме всех палеоэкологических и литологических данных с учетом палеогеографии, палеотектонической позиции участка в древней структуре региона.

При вычислении индексов вероятности встречи отдельных форм учитывалось количество экземпляров формы в каждой пробе, а не их биообъемы. В случае учета биообъемов результат отражал бы вероятность встречи одной объемной единицы формы. Установление равной вероятности встречи, например одного грамма различных форм, может отражать резко неравное значение этих форм для биостратиграфии. Так, в одном грамме может содержаться до 10—20 экземпляров полной сохранности *Nuculana alferovi* Slod. или *Nuculana crassatelloides* Laut., в то же время для крупного *Pecten takahashiformis* Sal. или *Mya arena-ria* L. такое количество может означать лишь десятые или сотые доли целой раковины и не позволит определить не только видовую, но даже родовую принадлежность найденного фрагмента. Для биостратиграфического расчленения разреза это ничего бы не дало, тогда как при идентичном весеом содержании *Nuculana (Borissia) alferovi* Slod. разрез был бы охарактеризован вполне удовлетворительно.

Особь как единица измерения свободна от этих недостатков.

В гидробиологии показатель, по которому производится разделение комплекса на доминирующие, характерные, второстепенные и т. д. формы, вычисляется как среднее геометрическое из произведения частоты встречаемости формы на среднюю биомассу. За среднюю биомассу принимается среднее арифметическое из данных по всем станциям, взятым в пределах биоценоза.

В биостратиграфии более рациональной будет несколько иная система подсчета.

Гидробиолог анализирует распределение бентоса по дну водоема, стбирая пробы по более или менее густой сетке. Общая картина распределения бентоса в любой точке дна устанавливается путем интерполяции числовых значений биомасс между близлежащими станциями. При резко неравномерном распределении, локализации скоплений бентоса в отдельных пятнах и низком его содержании между пятнами картина сильно сглажена, сnivelирована, приближается к действительной только при большом сгущении сетки, приближении расстояний между станциями к истинным размерам пятен.

Даже если и будет выяснено, что скопления связаны с одним типом грунта, а низкие биомассы — с другим, все равно это не многое добавит к нашим знаниям о распределении бентоса, так как карта грунтов составляется также путем интерполяции между отдельными пробами.

Палеонтолог находится в более выгодном положении. В отличие от морского дна, надежно скрытого от наблюдателя толщей воды, разрез, из которого палеонтолог производит отбор проб, находится постоянно перед глазами. Макроостатки органики хорошо видны непосредственно в обнажении. Зачастую при полевом наблюдении удается обнаружить, имеем ли мы дело с равномерным распределением или же скопления окаменелостей связаны с какой-либо одной литологической разностью, а с другой — пониженные или даже нулевые содержания.

В случае равномерного распределения органических остатков за среднее удельное (отнесенное к объему породы) содержание окаменелостей можно принять среднеарифметическое из всех проб, взятых в горизонте. То же и в случае заранее неизвестного распределения. Имен-

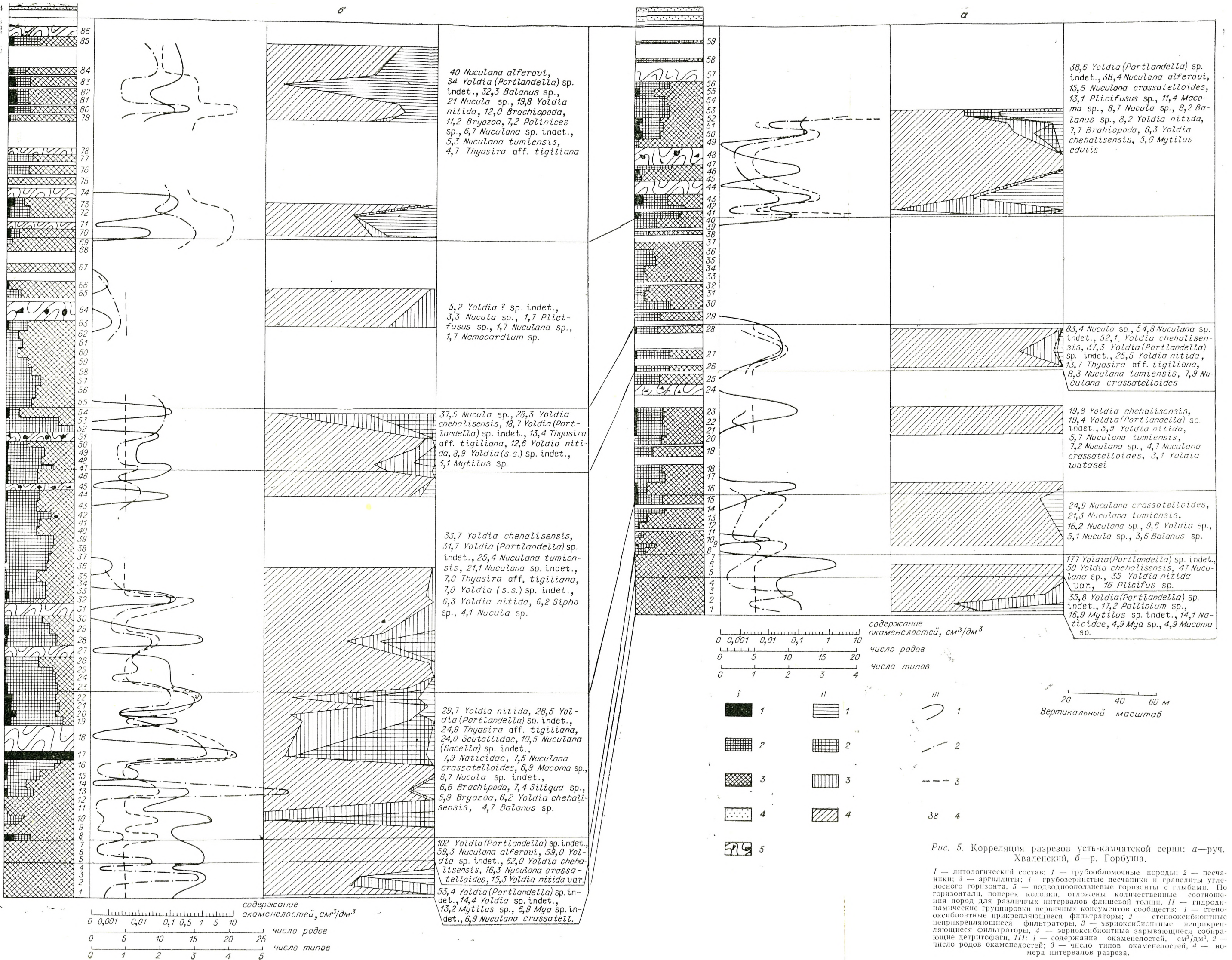


Рис. 5. Корреляция разрезов усть-камчатской серни: а—руч. Хваленский, б—р. Горбуша.

I — литологический состав: 1 — грубообломочные породы; 2 — песчаники; 3 — аргиллиты; 4 — грубозернистые песчаники и гравелиты угленосного горизонта, 5 — подводноползневые горизонты с глыбами. По горизонтали, поперек колонки, отложены количественные соотношения пород для различных интервалов флишевой толщи. II — гидродинамические группировки первичных консументов сообществ: 1 — стенооксидионные прикрепляющиеся фильтраторы; 2 — стенооксидионные неприкрепляющиеся фильтраторы; 3 — эвриоксидионные неприкрепляющиеся собиравшиеся детритофаги, III: 1 — содержание окаменелостей, см³/дм³, 2 — число родов окаменелостей; 3 — число типов окаменелостей, 4 — номера интервалов разреза.

но с таким неизвестным распределением и имеют дело гидрогеологи, именно по такой методике они и ведут подсчет.

В усть-камчатской серии таким образом вычислялись средние содержания окаменелостей в аргиллитовых горизонтах, где, как было установлено при полевых наблюдениях, распределение окаменелостей равномерно.

Если в горизонте чередуются пласты с разными типами распределения и в каждом из них его можно считать равномерным, то лучше каждый пласт рассматривать как отдельный интервал и брать в нем пробу, последствием принимаемую в качестве представительной для всего этого пласта. Однако иногда, например, в многокомпонентных частослоистых толщах, мощность пластов, внутри которых распределение можно принять равномерным, составляет всего 5—10 см при мощности толщи, измеряемой сотнями, а то и тысячами метров. Таков, например, усть-камчатский флиш. Пришлось бы брать тысячи и десятки тысяч проб. Это невыполнимо и вряд ли имеет смысл.

В этом случае надо задаться разумным интервалом, внутри которого опробовать каждую литологическую разность. Пробу в заданном интервале считать представительной для всех прослоев одинаковой литологии, имеющих в интервале. При установлении закономерностей распределения окаменелостей в горизонте кроме распределения их в пробах из всех литологических разностей надо знать еще и распределение самих литологических разностей, что при детальном литологическом изучении разреза несложно.

Во флишевых отложениях усть-камчатской серии скопления окаменелостей локализованы в грубозернистых частях флишевых ритмов, состоящих из обломков крупнее 1 мм. Песчаные и аргиллитовые части ритмов окаменелостей не содержат. Так как при поисках органических остатков во флише мы сначала ищем грубозернистые прослои, а затем уже в них собираем раковины, то индекс вероятности встречи формы в каком-либо горизонте флишевой толщи можно принять равным индексу вероятности ее встречи в грубозернистом прослое, умноженному на процент суммарной мощности грубозернистых прослоев от общей мощности горизонта.

Индекс вероятности встречи формы в грубозернистых частях ритмов равен корню квадратному из произведения частоты встречаемости формы в данной литологической разности (т. е. процента проб, в которых форма встречена, от общего числа проб, взятых из грубых членов ритмов) на среднее удельное содержание формы в этой породе. Среднее содержание вычисляется как среднее арифметическое из содержания по всем пробам, взятым в горизонте из грубозернистых прослоев, включая и пробы с нулевыми содержаниями.

Для каждого горизонта в изученных разрезах усть-камчатской серии составлялся список ядра характерных форм. Формы в списке перечислены в порядке убывания индексов вероятности их встречи.

Корреляция разрезов произведена по закономерностям смены фаунистических комплексов. При корреляции учитывались, кроме систематического состава, и другие черты фаунистических комплексов: их качественное богатство (число родов, типов), соотношения гидродинамических группировок среди первичных консументов. По отношению к гидродинамике были выделены четыре группировки: I) наиболее реофильная группа стенооксидионных прикрепляющихся фильтраторов; II) предпочитающие гидродинамический режим средней активности стенооксидионные неприкрепляющиеся фильтраторы; III) предпочитающие умеренные или слабые течения эвриоксидионные неприкрепляю-

щиеся фильтраторы; IV) наиболее застойководные эвриоксибионтные неприкрепляющиеся собирающие детритофаги.

При корреляции учитывались также тафономические особенности захоронений и средние по интервалам содержания окаменелостей в породе.

Средние по интервалам содержания окаменелостей вычислялись таким образом. Для аргиллитовых горизонтов, где распределение окаменелостей равномерное,—как среднеарифметическое по всем пробам, взятым в интервале. Для флишевой толщи, где окаменелости локализованы в грубообломочных прослоях,—как среднеарифметическое из содержаний по всем пробам, взятым в интервале из грубообломочных прослоев, умноженное на процент грубозернистых прослоев в интервале.

Литологические колонки были построены с учетом количественных соотношений типов пород — аргиллитов, песчаников, грубообломочных пород (гравелиты и грубее). Для каждого интервала процентные содержания типов пород откладывались по горизонтали, поперек колонки (рис. 5).

При расчленении разрезов усть-камчатской серии, корреляции их друг с другом и восстановлении физико-географических условий древнего бассейна использовались также результаты обычных, качественных литологических и палеоэкологических наблюдений.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ИСКОПАЕМЫХ СООБЩЕСТВ, БИОСТРАТИГРАФИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УСТЬ-КАМЧАТСКОЙ СЕРИИ

РАЗРЕЗ УСТЬ-КАМЧАТСКОЙ СЕРИИ

Усть-камчатская серия образует поле выходов непосредственно южнее нижнего течения р. Камчатки, в междуречье рр. Камчатка—Угольная, в 20—30 км юго-западнее Усть-Камчатска (рис. 6).

Впервые породы этой серии изучались К. И. Богдановичем (1898 г.), отнесшим их к группе 3 составленной им геологической карты Камчатки (плиоценовые образования).

Впоследствии усть-камчатская серия неоднократно изучалась различными съемочными отрядами и партиями как один из геологических объектов, развитых на площади съемки. Л. А. Гречишкин (1935) впервые предложил для этого комплекса пород название усть-камчатская свита, которое и было принято нами (Салин, 1964; Храмов и Салин, 1966). В связи с большой мощностью этого комплекса пород, сложным строением и существенными различиями генезиса разных пачек и толщ было предложено называть его серией. Стратиграфическое описание усть-камчатской серии и ее расчленение при съемочных работах производилось лишь в самых общих чертах. Несколько более детально стратиграфия серии была изучена партиями М. Н. Ивантишина в 1929 г. и М. И. Воробьева в 1960 г., производившими поисково-разведочные работы на уголь в поле распространения усть-камчатской серии.

По возрасту усть-камчатская серия относилась различными исследователями к плиоцену (Гречишкин, 1935), среднему или нижнему миоцену (Белова и др., 1961), палеогену — среднему миоцену (Двали, 1955). В результате наших работ нижние фаунистически охарактеризованные слои серии были сопоставлены с мачигарской свитой Сахалина, вышележащие слои — с тумской свитой, а трансгрессивная серия, образуемая нижней половиной серии, скоррелирована с трансгрессивными сериями, развитыми в большей части районов Сахалина и имеющими возраст от основания неогена до среднего миоцена (Салин, 1964; Храмов и Салин, 1966).

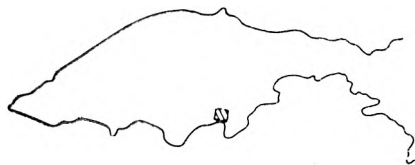


Рис. 6. Местоположение изученного района.

Работ, посвященных описанию литологии, фауны и условий образования усть-камчатской серии, нет. Образцы некоторых видов моллюсков описаны В. С. Слодкевичем (1938). Восстановлению условий образования серии в обобщающих сводках обычно посвящается не более одного абзаца: «Отложение осадков тюшевской серии (к которой авторы цитируемой работы относят и усть-камчатские породы—Ю. С.) происходило, вероятно, в довольно узких и неглубоких проливах при достаточном количестве кислорода, наличии кремнезема и полном отсутствии сероводорода. Об этом свидетельствуют знаки ряби, ходы илюедных, наличие фауны и большое содержание морских форм диатомовых» (Белова и др., 1961, стр. 94).

Все геологические образования изученного района разделяются на четыре резко различных комплекса осадков (снизу вверх):

- 1) березовоярская серия,
- 2) усть-камчатская серия,
- 3) серия кумроч,
- 4) верхнеплиоцен-четвертичные отложения.

Усть-камчатская серия с размывом и, возможно, с угловым несогласием залегает на березовоярской серии. Усть-камчатская серия и серия кумроч образуют единую крупную моноклинал с падением пластов к западу (рис. 7). Углы падения на участке развития усть-камчатской серии 5—30°. Верхнеплиоцен-четвертичные отложения несогласно перекрывают все нижележащие свиты.

Березовоярская серия (рис. 8) представлена переслаивающимися туфогенными аргиллитами, песчаниками, гравелитами, зелеными полосчатыми кремнями. Для всех типов пород характерна интенсивная хлоритизация.

Среди аргиллитов и песчаников под микроскопом часто обнаруживаются реликты микрофауны, главным образом радиолярий. Из этих отложений была определена фораминифера *Buliminella* sp.

Видимая мощность около 80 м.

В основании усть-камчатской серии лежит конгломератовая гольца мощностью 180 м, представленная грубослоистыми параллельно либо косослоистыми конгломератами с обломками различной величины—от крупных глыб и плит (до 1 м) до 0,5—1 см. Среди обломков большую часть составляют зеленые хлоритизированные туфогенные песчаники, кремнистые аргиллиты и кремни березовоярской серии. В грубослоистой толще конгломератов изредка встречаются тонкие (всего в несколько сантиметров мощностью) пластики песчаников среднезернистых рыхлых, желтого цвета, с большим количеством углистых включений или с миллиметровыми углистыми прослойками.

В верхней части толщи количество и мощность таких песчаных прослоев увеличиваются и, наконец, разрез становится существенно песча-

Рис. 7. Схематическая геологическая карта поля распространения усть-камчатской серии. Составили Н. А. Храмов и Ю. С. Салин.

1 — березовоярская серия; 2 — конгломератовая толща; 3 — песчано-аргиллитовая толща с остатками растительности; 4 — пачка кремней и кремнистых аргиллитов; 5 — аргиллитовый горизонт с нольдями, мидьями, паллолюмами, 6 — аргиллитовый горизонт с нольдьями и нукуланами, 7 — нижняя флишевая толща (пунктиром показаны границы выделенных в этой толще слоев), 8 — угленосный горизонт, 9 — верхняя флишевая толща, 10 — серия кумроч, 11 — рыхлые глинисто-галечные отложения; 12 — гравийно-песчаные отложения морской террасы, 13 — оливиновые базальты; 14 — элементы залегания. I—I — разрез по р. Горбуше, II—II — разрез по руч. Хваленскому.

ным. Верхнюю границу конгломератовой толщи мы проводим в той части переходной зоны, где песчаники преобладают.

В средних и верхних частях толщи найдены обуглившиеся неопределимые остатки растений.

В нижней части песчано-аргиллитовой толщи с остатками растительности (общая мощность 600—800 м) песчаники переслаиваются с конгломератами. Песчаники черные, мелкозернистые, крепкие, плитчатого сложения, с примесью пирита и углистого материала, по трещинам окрашенные глянцево-бурым лимонитом. В переслаивании участвуют также кремнистые аргиллиты с примесью тонкораспыленного пирита. В аргиллитах отмечается микрополосчатость, обусловленная чередованием тонких (доли миллиметра) полосочек более кремнистого и более глинистого материала, которая подчеркивается и расположением еще более тонких линзочек углистого вещества. На плоскостях напластования песчаников и аргиллитов нижней части толщи найдены листовые отпечатки — *Alnus* sp., *Populus* sp., *Salix* sp., *Ulmus* sp. (здесь и далее определения листовых отпечатков Л. Ю. Буданцева).

Выше по разрезу толща представлена переслаивающимися (мощность прослоев 5—20 см) кремнистыми аргиллитами с различным содержанием кремнистого и глинистого материала. В переслаивании незначительное участие принимают песчаники крупно- и среднезернистые с обломками плагиоклазов и кремнисто-хлоритовых пород, сцементированные кремнисто-глинистым материалом. В обеих разностях пород отмечаются многочисленные зерна пирита, тонкораспыленный пирит, углистое вещество, микроскопические тельца кремнистой органики. В аргиллитах часта микрополосчатость.

Среди наиболее кремнистых разностей часто отмечается биогенная структура, образованная массой мелких скобочек полурастворившихся панцирей диатомей, а также радиолярий. Некоторые прослои аргиллитов мощностью 3—5 см обнаруживают аномальное обогащение обуглившимся растительным детритом.

На общем фоне тонкослоистых и тонкозернистых пород резко выделяются пачки косослоистых среднегалечных (2—3 см) конгломератов мощностью до 2 м.

Среди аргиллитов нередко лепешкообразные, сильно вытянутые линзы-конкреции пелитоморфного чистого известняка с большим количеством полностью кальцитизированных (?) остатков органики. Отмечаются также единичные пласты мощностью до 0,5 м светло-коричневых пелитоморфных известняков с аналогичными остатками микроорганики.

В аргиллитах часты остатки радиолярий и диатомей, среди которых Е. Г. Лупикина определила *Arachnoidiscus*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*.

В этой части разреза в песчаниках и аргиллитах найдены многочисленные отпечатки *Alnus* sp., *Arundo* sp., *Betula* sp., *Carpinus* sp., *Juniperus* sp., *Leguminosites* sp., *Phragmites* sp., *Salix* sp., *Thuja* sp., *Ulmus* sp.

Верхняя часть толщи сложена серыми кремнистыми аргиллитами плитчатыми, по трещинам лимонитизированными, при выветривании выбеливающимися. В аргиллитах отмечается тонкая полосчатость, микроскопические линзочки угля, тонкораспыленный пирит, полурастворившиеся остатки кремнистых телец округлых и удлинённых очертаний?

Рис. 8. Разрез усть-камчатской серни по р. Горбуше и по береговому обрыву у дороги Горбуша—Хваленка: 1—конгломераты, 2—гравелиты, 3—песчаники, 4—аргиллиты, 5 — известняки, 6 — кремни, 7 — конкреции.

(радиолярии и диатомеи?), единичные раковинки планктонных фораминифер.

С аргиллитами иногда переслаиваются (мощность прослоев 5 — 10 см) желтовато-серые глинистые известняки. В одном из известняковых прослоев обнаружена масса ходов червей.

В верхней части толщи найдены неопределимые обуглившиеся растительные остатки.

На песчано-аргиллитовую толщу с остатками растительности согласно налегает пачка кремней и кремнистых аргиллитов мощностью около 100 м, сложенная кремнистыми аргиллитами, аналогичными вышеописанным, переслаивающимися с черными стекловатыми кремнями. Мощности прослоев 10—30 см. Кремни с раковистым изломом, просвечивающие в краях, слабо глинистые, криптокристаллические. Как в аргиллитах, так и в кремнях этой пачки отмечены остатки микроорганики, выполненной халцедоном.

На пачку кремней и кремнистых аргиллитов согласно налегает аргиллитовый горизонт с иольдиями, мидиями и паллиолумами (нижний аргиллитовый горизонт). Мощность горизонта около 60 м.

Часть разреза серии, включающая аргиллитовый горизонт с иольдиями, мидиями, паллиолумами и вышележащие аргиллитовый горизонт с иольдиями и нукуланами и нижнюю флишевую толщу, была объектом детального исследования. Подробная характеристика этой части разреза приведена в приложении. Здесь будет дано лишь краткое описание.

В основании горизонта залегает пятиметровый пласт серого крупнозернистого песчаника с большим количеством рассеянной гальки, с глауконитом и остатками спикул губок. Пачку слагают неясно массивно-слоистые аргиллиты с разным содержанием кремнистого материала.

Аргиллиты этой пачки от аргиллитов нижележащих частей разреза отличаются отсутствием микрослоистости и некоторыми текстурными признаками. Отдельность их крупнокусковая и грубоплитчатая. В обнажении они имеют ржаво-бурый цвет вследствие окрашивания по трещинам окислами железа. В аргиллитах этой пачки часты отдельные плавающие галечки, карманы и линзочки гравия и грубого песка. Изредка встречаются обуглившиеся растительные остатки, минерализованные хвоинки (*Tsuga?*).

В пластах обеих разностей часты шаровые карбонатные конкреции диаметром 0,2—0,3 м и вытянутые линзообразные конкреции того же состава мощностью до 0,4 м. В конкрециях и вмещающей породе часты остатки животных.

Аргиллитовый горизонт с иольдиями и нукуланами (верхний аргиллитовый горизонт, мощность 26 м) сложен неслоистыми рыхлыми зеленовато-серыми аргиллитами, в обнажении имеющими скорлуповато-концентрическое сложение. Аргиллиты эти не содержат кремнистого материала, дают мелкощебенчатые осыпи, иногда размокающие и образующие рыхлую землистую массу.

Среди аргиллитов часты шарообразные карбонатные конкреции диаметром 0,15—0,30 м. В конкрециях и вмещающей породе найдены многочисленные раковины моллюсков.

На аргиллитовый горизонт с постепенным переходом налегает нижняя флишевая толща мощностью 620—930 м. Эта монотонная толща сложена в основном отдельными песчано-аргиллитовыми ритмами, иногда с грубообломочными прослоями в их подошвах. Встречаются также пачки аргиллитов, отдельные песчаные и грубообломочные пласты мощностью по нескольку метров, подводнооползневые горизонты. Во

всех разностях пород присутствуют округлые и вытянутые конкреции, представляющие собой ту же породу, сцементированную карбонатом. Многочисленны остатки моллюсков, брахиопод, морских ежей, усонюгих, присутствуют представители других групп беспозвоночных — мшанки, серпулиды, кораллы, фораминиферы.

Угленосный горизонт мощностью 70—175 м сложен массивными пластами гравелитов, крупнозернистых песчаников, реже — кремнистых аргиллитов с массой остатков спикул губок и диатомей, конгломератов, органогенно-обломочных известняков, глауконитовых песчаников.

В разрезе по р. Лево́й Горбуше описан следующий фрагмент разреза, типичный для всего горизонта (снизу вверх).

	Мощность, м
1. Песчаники грубозернистые, черные, при выветривании буреющие, некрепкие, массивного сложения, с обломками плагиоклазов, моноклинных пироксенов, роговых обманок, эффузивных и осадочных пород, с очень незначительным количеством хлорито-глинистого цемента. Участками в песчанике появляются белые обломки раковин, порода становится пятнистой, черно-белой. В пласте многочисленны глицимерисы, обнаружены также гастроподы из семейства <i>Naticidae</i>	2
2. Мелкогалечные конгломераты с окатанной и угловато-окатанной галечкой размерами около 1 см	2,5
3. Грубозернистые песчаники такие же, как и в пласте 1	1
4. Песчаники крупнозернистые с гравием, черные, с большим количеством битой ракуши. Обломки створок вытянуты параллельно слоистости. Среднее содержание битой ракуши 20—30%, иногда повышается до 60—80%, тогда порода превращается в известняк-ракушняк с карманами и линзочками песка. Среди обломков относительно хорошей сохранности наиболее часты устрицы, моднолы, мни, встречена <i>Fissurella?</i> sp. indet.	2
5. Песчаники серые среднезернистые, массивные с редкими галечками и гравием	1
6. Известняки-ракушняки грязно-белые, крупнообломочные	2

В песчаниках угленосного горизонта часты скопления глауконита, спикул губок, отдельные банки брахиопод, устриц. В органогенно-обломочных известняках, кроме обломков толстостворчатых моллюсков, преобладающих в породе, многочисленны кораллы, мшанки, фораминиферы. В аргиллитах часты диатомей *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Thstmia*, другие неритические водоросли из порядка *Centrales*. Спикулы губок иногда настолько переполняют породу, что ее можно назвать спонголитом.

Среди моллюсков наиболее характерны *Ostrea* sp., *Glycymeris* sp., *Mytilus* sp., *Mya* sp., *Modiolus* ex gr. *solea* Slod., *Pecten* sp., *Taras parilis* Conr., *Taras gouldi* var. *sertunayensis* Kogan, *Fissurella?* sp. indet., *Naticidae*.

В горизонте отмечены линзы угля нерабочей мощности (около 0,1—0,2 м).

Верхняя флишевая толща мощностью 70—150 м представлена аргиллитовыми пачками и пачками флиша тонко- и среднеслоистого. В северных разрезах преобладают аргиллиты и тонкослоистый флиш, в южных — среднеслоистый флиш.

В верхней флишевой толще многочисленны моллюски *Yoldia nitida* Slod., *Yoldia chehalisensis* Arn., *Yoldia watasei* Kaneh., *Nuculana tumiensis* Laut., *Nucula* sp. indet., *Macoma astori* Dall, *Macoma calcarea* (Gm.), *Mya* sp. indet., *Mytilus* sp. indet., и др.

На верхнюю флишевую толщу согласно налегает мощный комплекс отложений серии кумроч. В разрезе этой серии чередуются пачки терригенных пород — песчаников, аргиллитов, песчано-аргиллитового флиша — с вулканогенными, туфовыми, лаво-туфовыми, туфокремнистыми пачками.

РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Разрез по р. Горбуше, охарактеризованный морской фауной и включающий флишевые и аргиллитовые пачки, не удается расчленить на более дробные подразделения обычными способами, несмотря на детальность описания (подробное описание см. в приложении).

Литологически это однообразная толща с незначительным изменением признаков по разрезу, не дающим оснований для расчленения. Все виды моллюсков, из наиболее многочисленных, проходят по всему разрезу толщи. Встречаемость форм, представленных единичными экземплярами, только в определенных частях разреза может быть объяснена случайностью.

В то же время, если основываться не на наличии или отсутствии, а на количественных соотношениях различных форм и учитывать также экологический облик комплексов, можно произвести довольно дробное расчленение толщи.

При анализе смены комплексов по разрезу принимались во внимание следующие их черты: количественное и качественное богатство, систематический состав, экологический и тафономический облик.

Содержание окаменелостей (в кубических сантиметрах биообъема на кубический дециметр породы) меняется следующим образом (см. рис. 5).

В аргиллитах от 1 до 4-го интервалов (нумерация интервалов — по приложению и по рис. 5) средние по интервалам содержания окаменелостей колеблются от 0,12 до 2,2 см³/дм³.

Наибольшие содержания по отдельным пробам превосходят наименьшие в 300 раз.

В вышележащем аргиллитовом горизонте (интервалы 5—7) амплитуда колебаний снижается как по интервалам в среднем (от 0,81 до 1,8 см³/дм³), так и по отдельным пробам (от 0,04 до 3,6 см³/дм³).

Во флишевой толще амплитуда колебаний вновь резко увеличивается. В отличие от аргиллитовых горизонтов многие пробы, а также некоторые интервалы дают нулевые содержания окаменелостей. В то же время максимальные содержания зачастую сильно превосходят известные из аргиллитовых горизонтов. Наибольшие известные из нижней части флишевой толщи содержания окаменелостей по интервалам достигают 18,8 см³/дм³, максимумы по отдельным пробам еще большие — до 380 см³/дм³.

Вверх по разрезу содержания постепенно снижаются. Выше 23-го интервала значения лишь в редких случаях превышают 0,1 см³/дм³, все чаще появляются интервалы, лишенные окаменелостей, и, наконец, толща флиша от 37 до 43 интервала включительно становится совершенно немой. В то же время пиковые содержания по отдельным пробам достигают в интервалах 23—27 больших величин: 13,4 см³/дм³; 15,3; 18,5; 200 см³/дм³; в одном случае порода оказалась почти нацело сложенной обломками битых раковин *Yoldia* и *Nuculana*, что в пересчете на объем

цельных раковин дает результат не менее 2000—2500 см³/дм³, или 200—250% от объема вмещающей породы.

Затем в интервалах 44—54 отмечается некоторое повышение содержания по интервалам до величин менее 0,2 см³/дм³. Содержания по отдельным пробам здесь также невелики — доли кубического сантиметра биообъема на кубический дециметр породы, единицы. Лишь в одной пробе было зафиксировано содержание в 10,1 см³/дм³.

В интервалах 55—69 содержание окаменелостей вновь становится настолько незначительным, что при обычных частоте отбора и объеме пробы в этой мощной (190 м) толще было найдено всего немногим более десятка обломков раковин. Для сравнения укажем, что в толще такой же мощности, лежащей в низах флишевого разреза, число собранных раковин исчисляется тысячами при тех же условиях отбора. В этой части разреза лишь два интервала содержат окаменелости — 0,0019 и 0,0013 см³/дм³.

В верхней части флишевого разреза отмечается очередное повышение содержаний по интервалам, сначала эпизодическое — интервалы с содержанием до 0,27 см³/дм³ чередуются с интервалами, лишенными окаменелостей, — затем содержания становятся очень устойчивыми, постоянно удерживаясь на довольно высоком среднем уровне от 0,028 до 0,37 см³/дм³. Эти высокие значения объясняются не отдельными высокими пиковыми содержаниями по конкретным пробам, а частой встречаемостью во флишевых пачках пластов с остатками раковин. Наибольшие известные отсюда содержания по отдельным пробам достигают всего лишь 3,73 и 4,64 см³/дм³.

Качественное богатство фаунистических комплексов меняется по разрезу также определенно и отчетливо (см. рис. 5). В горизонте плотных серых аргиллитов с примесью грубозернистого материала (интервалы 1—4) пробы, приносящие большое число особей, показывают, что здесь исключительно разнообразны моллюски (19 родов 14 семейств) при полном отсутствии других типов животных.

В вышележащем горизонте однородных аргиллитов (интервалы 5—7) качественное богатство фаунистических комплексов падает. При большом количественном богатстве коллекции, собранные отсюда, в качественном отношении очень бедны и составлены представителями 8 родов 7 семейств моллюсков. В массовых количествах встречаются лишь двустворки *Palaeotaxodonta*, другие формы редки и единичны.

В нижней части флишевой толщи вновь происходит увеличение качественного богатства фаунистических комплексов, но уже на совершенно иной основе. Кроме разнообразных двустворчатых и брюхоногих моллюсков здесь часты лопатоногие, брахиоподы, иглокожие (морские ежи и офиуры), усонogie, мшанки. Разнообразие животных по отдельным пробам иногда очень велико: в одной из проб установлены представители 29 родов 24 семейств, относящихся к четырем классам двух типов; в другой пробе — 17 родов 15 семейств, относящихся к пяти классам четырех типов; в третьей — 12 родов 12 семейств, относящихся к пяти классам трех типов, и т. д.

Начиная с 23-го интервала, разнообразие фаунистических комплексов снова резко уменьшается. Все пробы представлены или исключительно палеотаксондами, или же эти моллюски в сообществе доминируют. Другие формы редки, единичны. Пик на кривой числа типов животных в 33 интервале объясняется находкой в пробе одного экземпляра брахиоподы и одного — мшанки. Содержание палеотаксонд в той же пробе исчисляется сотнями особей. Отмеченные брахиопода и мшанка единственные не только в пробе, но и в мощной, более чем двух-

сотпятиметровой толще флиша этой части разреза. Кроме моллюсков в массовом количестве здесь отмечены лишь морские ежи в одной из проб, но встречаемость их составляет 3,5%.

Преобладание палеотаксонтов над другими моллюсками выражено также очень резко. В состав ядра характерных для этой части разреза форм попали кроме иольдий, нукулан и нукул лишь тиациры и сифо, и то с очень низкими индексами вероятности встречи.

Далее вплоть до 70-го интервала качественное богатство фаунистических комплексов остается крайне незначительным. Во всех значащих пробах насчитывается не более чем по 5—8 родов двустворок и брюхоногих, причем по-прежнему многочисленны только палеотаксонтовы, другие формы редки и единичны.

Верхняя часть флишевой толщи охарактеризована богатыми и разнообразными фаунистическими комплексами. Здесь впервые кроме моллюсков существенное значение приобретают и другие типы животных. Если в нижележащих частях разреза усонogie, брахиоподы, ежи, мшанки и серпулиды, несмотря на массовые количества в немногих пробах и высокую встречаемость единичными экземплярами, образовывали все же только экзотическую примесь к моллюсковым сообществам, то здесь роль этих типов и по биомассам, и по числу экземпляров, и по частоте встречаемости, и по индексам вероятности встречи приближается к роли моллюсков.

Существенно меняется по разрезу и систематический состав фаунистических комплексов (см. рис. 5).

В нижнем аргиллитовом горизонте (интервалы 1—4) наиболее обычны иольдии, мидии, мии и *Nuculana crassatelloides* Laut. В качественной пробе отмечены также в значительном количестве *Palliolium* cf. *peckhami* Gabb. и *Palliolium peckhami watanabei* (Yok.). Индексы вероятности встречи других форм значительно ниже.

В верхнем аргиллитовом горизонте (интервалы 5—7) доминируют иольдии из подрода *Portlandella*; среди них, кроме неопределимых до вида форм, индекс вероятности встречи которых составляет 102, нередко удается различить *Yoldia chehalisensis* Arn. (индекс вероятности встречи $I=62,0$) и *Yoldia nitida* Slod. ($I=15,3$). Кроме того, очень характерны нукуланы — *Nuculana alferovi* Slod. ($I=59,3$) и *Nuculana crassatelloides* ($I=16,3$).

В нижней части флишевой толщи (интервалы 8—22) преобладающими становятся кроме неопределимых иольдий из подрода *Portlandella* ($I=28,5$) также *Yoldia nitida* Slod. ($I=29,7$), *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht. ($I=24,9$) и морские ежи *Scutellidae* ($I=24,0$). Индексы вероятности встречи других форм значительно ниже.

Вышележащая часть толщи (интервалы 23—46) характеризуется резким преобладанием (из числа форм, определяемых до вида) *Yoldia chehalisensis* Arn. ($I=33,7$) и *Nuculana tumiensis* Laut. ($I=25,4$). Высокие индексы вероятности встречи имеют также неопределимые иольдии из подрода *Portlandella* и неопределимые нукуланы (I соответственно 31,7 и 21,1). Не исключено, что они представляют собой *Yoldia chehalisensis* Arn. и *Nuculana tumiensis* Laut. плохой сохранности, не допускающей уверенного определения.

То же самое можно сказать, по-видимому, и о порланделлах нижней части флиша, возможно, представляющих собой *Yoldia nitida* Slod. плохой сохранности.

Наиболее характерными формами части флиша, включающей интервалы от 47 до 54-го, являются *Nucula* sp. ($I=37,5$) и *Yoldia chehalisensis* Arn. ($I=28,3$).

В мощной толще флиша от 55 до 69 интервала найдено всего немногим более десятка раковин. Выделять среди них преобладающие, характерные и второстепенные формы не приходится.

И наконец, в самых верхних интервалах флиша (70—86) преобладающими становятся *Nuculana alferovi* Slod. и портланделлы, индексы вероятности встречи которых равны соответственно 40 и 34.

Анализировались также изменения по разрезу количественных соотношений гидродинамических группировок фаунистического комплекса (см. рис. 5, III), среди которых выделялись: 1 — прикрепляющиеся стенооксибионтные фильтраторы (фауна обрастаний), 2 — неприкрепляющиеся стенооксибионтные фильтраторы, 3 — неприкрепляющиеся эвриоксибионтные фильтраторы, 4 — неприкрепляющиеся эвриоксибионтные собирающие детритофаги. Плотоядные животные при анализе количественных соотношений гидродинамических группировок не учитывались.

В количественных пробах из нижнего аргиллитового горизонта (интервалы 1—4) наряду с эвриоксибионтными собирающими детритофагами *Palaeotaxodonta* нередко в значительном количестве отмечены фауна обрастаний и зарывающиеся эвриоксибионтные фильтраторы. Так как судить о количественных соотношениях экологических группировок приходится по количественным пробам, приносящим в нижнем аргиллитовом горизонте очень малочисленные коллекции, полезно проанализировать еще и гораздо более представительные качественные безвыборочные пробы. В интервале 3 собрана большая коллекция окаменелостей. Ее экологический спектр таков: 1 — фауна обрастаний *Mytilus* и *Modiolus* 22,7%; 2 — неприкрепляющиеся стенооксибионтные фильтраторы *Cardita* и *Pecten* 45,0%; 3 — неприкрепляющиеся эвриоксибионтные фильтраторы *Cardiidae*, *Veneridae*, *Mya*, *Palliolum* 19,4%; 4 — зарывающиеся эвриоксибионтные детритофаги *Yoldia*, *Nuculana*, *Malletia* 12,9%. Некоторое расхождение с показаниями малообъемных количественных проб легко объясняется тем, что в пробах малого объема наиболее вероятно нахождение хотя и подчиненных по биомассе, но гораздо более многочисленных мелких форм (в данном случае иольдий).

В верхнем аргиллитовом горизонте (интервалы 5—7) безраздельно господствуют представители наиболее застойноводной из гидродинамических группировок — зарывающиеся эвриоксибионтные собирающие детритофаги *Palaeotaxodonta*.

В нижней части флишевой толщи (интервалы 8—22) наряду с пробами и интервалами, в которых ярко выражено преобладание палеотаксодонт, часты пробы и интервалы с преимущественным преобладанием стенооксибионтных неприкрепляющихся фильтраторов — skutellid, лютрарий, кардит или эвриоксибионтных неприкрепляющихся фильтраторов, в основном тиазир. Пробы и интервалы, в которых отмеченные группировки хотя и не преобладают, но все же достигают высоких значений биомасс, в этой части разреза также нередки. И наконец, почти постоянно отмечается примесь, иногда значительная, фауны обрастаний — мидий, устриц, баланусов, брахиопод, мшанок.

Начиная с 23-го интервала, вновь отмечается безраздельное господство наиболее застойноводной из гидродинамических группировок — зарывающихся эвриоксибионтных собирающих детритофагов, в основном *Palaeotaxodonta* с той или иной примесью зарывающихся эвриоксибионтных фильтраторов *Thyasira*. Из 22 значащих проб, взятых в этом горизонте, в восьми пробах детритофаги нацело слагают сообщество, в семи пробах их содержание достигает 90% и более, в шести — превышает 70%. Лишь в одной пробе было отмечено скопление стенооксибионтных незарывающихся фильтраторов *Scutellidae*, обуславливающее не-

которую аномалию на фоне постоянного доминирования детритофагов (интервал 28).

В интервалах 47—54 по-прежнему основную часть сообществ (по биомассе) слагают палеотаксонды. Существенную роль играют также эври- и стенооксифонтные неприкрепляющиеся фильтраторы *Pecten*, *Cardiidae*, *Lutraria*, *Thyasira*.

Преобладание той или иной экологической группировки в сообществах интервалов 55—69 может быть вызвано случайностью ввиду крайней малочисленности коллекций, собранных отсюда.

И наконец, в верхней части флишевой толщи (интервалы 70—86) постоянно в значительном количестве, наряду с детритофагами, присутствует реофильная фауна обрастаний, в некоторых пробах доминирующая над другими группировками.

Тафономические особенности захоронений изменялись по разрезу следующим образом.

В аргиллитовых горизонтах (интервалы 1—7) окаменелости не образуют локальных скоплений, они рассеяны в толще породы более или менее равномерно. Количественные пробы, отбираемые в любом интервале и на любом участке этого интервала, дают сравнимые результаты. Раковины ориентированы довольно беспорядочно, часто можно предполагать прижизненную ориентировку. Параллельность створок поверхностям напластования, напротив, наблюдается в очень редких случаях. Большая часть остатков двустворок, собранных отсюда (обычно 55—70% с отклонениями в ту или иную сторону), представлена двустворчатыми экземплярами.

Тафономическая характеристика флишевых сообществ резко отлична. Прежде всего, скопления раковин здесь четко локализованы в разрезе. Большая часть мощности толщи нацело лишена окаменелостей и лишь в небольшом числе грубообломочных прослоев раковины переполняют породу. Индекс заполнения достигает в отдельных случаях десятков и даже сотен процентов. Окаменелости здесь либо ориентированы по напластованию, либо образуют беспорядочный навал. Преобладающая часть остатков двустворок во флишевых местонахождениях представлена разрозненными створками. Число экземпляров с сомкнутыми створками лишь иногда достигает 10—20%. Кроме того, раковины обломаны, потерты, окатаны, перемешаны с битой ракушкой, гравием, песком и галькой.

Учитывая весь комплекс литологических, экологических и тафономических признаков, можно выделить в этой монотонной толще флиша и аргиллитов несколько drobных подразделений (см. рис. 5).

Мощность, м

- I. Аргиллитовый горизонт с иольдиями, мидиями, миями и другими разнообразными моллюсками (интервалы 1—4). Содержания окаменелостей в породе невелики. В коллекциях очень разнообразны моллюски при полном отсутствии других типов животных. Среди гидродинамических группировок отмечены в значительном количестве представители фауны обрастаний, а также неприкрепляющихся стено- и эвриоксифонтных фильтраторов. Большинство остатков моллюсков не несет следов переработки течениями. Видимая мощность 40 м.
- II. Аргиллитовый горизонт с иольдиями и нукуланами (интервалы 5—7). Содержания окаменелостей в породе удерживаются на среднем уровне (0,1—0,2%) без существенных отклонений. Коллекции очень бедны качественно. Резко доминируют *Palaeotaxodonta* — представители наиболее застойной из гидродинамических группировок. Захоронения не несут следов переработки течениями

- III. Слон с *Yoldia nitida*, *Thyasira* aff. *tigiliana* и морскими ежами (интервалы 8—22). Флиш, в основном грубослоистый, с преобладанием песчаников над аргиллитами, с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов. При полном отсутствии окаменелостей в большей части мощности слоев, отдельные прослои содержат массовые, сгруженные скопления окаменелостей с содержанием до 20—30%. В качественном отношении тафоценозы очень богаты и разнообразны. В большинстве из них доминируют детритофаги, очень часто отмечаются в значительном количестве, иногда преобладая, различные фильтраторы — стено- и эвриоксибионтные, прикрепляющиеся и неприкрепляющиеся. Все остатки животных обломаны, окатаны, захоронены хаотично 170
- IV. Слон с *Yoldia chehalisensis* и *Nuculana tumiensis* (интервалы 23—46). Флиш толсто- и среднеслоистый, с равным соотношением песчаников и аргиллитов. Содержания окаменелостей и по интервалам, и по пробам снижаются от подошвы слоев к их верхней части до нуля. Тафоценозы за редким исключением очень бедны качественно. В абсолютном большинстве проб резко преобладают детритофаги. Захоронения беспорядочные, с обломанными и окатанными раковинами 260
- V. Слои с нукулами и *Yoldia chehalisensis* (интервалы 47—54). Флиш толсто- и среднеслоистый. Содержания окаменелостей незначительны. Тафоценозы качественно бедны. Преобладают детритофаги, примесь стено- и эвриоксибионтных фильтраторов постоянна, редко значительна. Захоронения беспорядочные, с обломанными и потертыми створками 74
- VI. Горизонт с очень бедными фаунистическими комплексами (интервалы 55—69). Тонко- и среднеслоистый флиш, в верхней части горизонта — аргиллиты. Найдено лишь немногим более десятка раковин 196
- VII. Слон с *Nuculana alferovi* и *Yoldia (Portlandella)* sp. indet. (интервалы 70—86). Тонко- и среднеслоистый флиш. Вследствие частой встречаемости в разрезе прослоев с остатками животных, содержания окаменелостей по интервалам достигают постоянных довольно высоких значений. Пиковые содержания по отдельным пробам, по сравнению с нижележащими горизонтами, напротив, относительно низки. Коллекции богаты и разнообразны. Особенно велико (по сравнению с нижележащими горизонтами) число типов животных. В экологическом отношении следует отметить высокое содержание фауны обрастаний. Характер захоронения обычный флишевый. 254
- VIII. Угленосный горизонт.

Различные характеристики фаунистических комплексов разреза по руч. Хваленскому (описание разреза см. в приложении) также обнаруживают закономерные изменения (см. рис. 5).

В аргиллитовых горизонтах интервалов 1—6 окаменелости распределены равномерно. Поэтому их содержания по интервалам в целом немногим отличаются от содержаний по отдельным пробам. В нижнем аргиллитовом горизонте (интервалы 1—4) содержания по пробам очень низки по сравнению с аналогичными величинами других горизонтов. В среднем в стандартной пробе попадает не более одной раковины. Но то же самое содержание для интервала оказывается довольно высоким (относительно содержаний по интервалам других частей разреза).

Распределение окаменелостей в интервалах 5—6 также равномерное, но содержания их по отдельным пробам здесь несколько выше, вследствие чего средние содержания по интервалам оказываются самыми высокими для всего разреза.

Вся вышележащая толща вплоть до интервала 40 очень бедна окаменелостями. Лишь изредка встречаются пробы с содержаниями до

1,04; 1,57; 2,51 см³/дм³. В одном случае отмечено значение 22,7 см³/дм³. Содержания по отдельным интервалам достигают 0,18 см³/дм³, но такие пачки — редкость среди более бедных или вовсе немых. Лишены окаменелостей не только отдельные интервалы, но и целые мощные толщи, как, например, толщина флиша от 17 до 20 интервала (мощность 54 м), от 29 до 39 интервала (125 м).

И наконец, в интервалах 40—52 пробы, содержащие окаменелости, начинают встречаться гораздо чаще. Содержания по интервалам нередко превышают 0,1 см³/дм³ при максимальных значениях по отдельным пробам 2,6—4,5 см³/дм³.

В самой верхней части толщи окаменелостей не обнаружено, возможно, из-за плохих условий обнаженности, затрудняющих поиски и сборы фаунистического материала.

Качественное богатство фаунистических комплексов изменялось по разрезу таким образом (см. рис. 5).

В нижнем аргиллитовом горизонте (интервалы 1—4) богаты и разнообразны моллюски при полном отсутствии других типов животных. В вышележащих интервалах 5—6 обнаружены представители лишь трех родов моллюсков, причем это нельзя связывать с недостаточностью материала. Коллекции, собранные отсюда, насчитывают не меньше экземпляров окаменелостей, чем в подстилающем аргиллитовом горизонте.

Коллекции из флишевой толщи (до 39 интервала включительно) также не отличаются большим разнообразием. Большинство сообществ почти целиком слагают представители трех родов палеотаксонид — иольдии, нукуланы и нукулы с незначительной примесью брюхоногих, представляющих всего два-три рода. В нижней части флиша, кроме моллюсков, отмечены представители других типов животных — усоногие, офиуры, морские звезды, морские ежи. Таким образом, сообщества нижней части флиша характеризуются большим количеством типов и классов животных, чем сообщества соседних частей разреза.

В коллекциях, собранных из интервалов 40—52, вновь богаты и разнообразны двустворчатые и брюхоногие моллюски. Постоянно и к тому же в значительных количествах присутствуют также лопатоногие, усоногие, морские ежи, брахиоподы, мшанки, серпулиды.

Систематический состав фаунистических комплексов претерпевает по разрезу существенные изменения (см. рис. 5).

В нижнем аргиллитовом горизонте (интервалы 1—4) наиболее высокие индексы вероятности встречи имеют неопределимые до вида формы — иольдии подрода *Portlandella*, паллиолумы и мидии.

Для верхнего аргиллитового горизонта (интервалы 5—7) наиболее характерны кроме неопределимых иольдий из подрода *Portlandella* ($I=177$) также *Yoldia chehalisensis* Arn. ($I=50$), *Nuculana* sp. ($I=47$) и *Yoldia nitida* Slod. ($I=35$).

В низах флиша (интервалы 8—15) самыми постоянными формами становятся нукуланы — *Nuculana crassatelloides* Laut. ($I=24,9$), *Nuculana tumiensis* Laut. ($I=21,3$) и *Nuculana* sp. ($I=16,2$).

Для интервалов 16—25 наиболее характерны *Yoldia chehalisensis* Arn. и *Yoldia (Portlandella)* sp. Индексы вероятности встречи других форм значительно ниже.

В интервалах 26—28 доминируют нукулы, нукуланы и *Yoldia chehalisensis* Arn.

В мощной толще флиша от 29 до 39-го интервала окаменелостей вообще не обнаружено.

И наконец, в верхней части флишевой толщи резко преобладают нольдии подрода *Portlandella* и *Nuculana alferovi* Slod. В состав ядра характерных форм здесь входят вместе с другими животными усоногие и брахиоподы.

В экологическом отношении (см. рис. 5) в нижнем аргиллитовом горизонте (интервалы 1—4) наряду с детритофагами *Palaeotaxodonta* отмечаются также в значительном количестве представители реофильной фауны обрастаний и неприкрепляющихся эвриоксибионтных фильтраторов.

Выше лежащие части разреза, включающие верхний аргиллитовый горизонт и флиш до 28-го интервала, характеризуются резким доминированием наиболее застойноводной из гидродинамических группировок — зарывающихся эвриоксибионтных детритофагов, представленных в основном палеотаксондами. Незначительное содержание других группировок отмечено лишь в некоторых пробах нижней части флиша и в интервале 27.

В верхней части флишевой толщи постоянно присутствуют и играют существенную роль разнообразные фильтраторы — представители фауны обрастаний, неприкрепляющихся стено- и эвриоксибионтных фильтраторов.

По тафономическим особенностям захоронений описанный разрез резко делится на две части. В нижней, включающей аргиллитовые горизонты, раковины моллюсков распределены равномерно, закономерности в их ориентировке не отмечается, зачастую можно предполагать захоронение в прижизненном положении. Раковины не несут следов обработки течениями. Большая часть остатков двустворок представлена экземплярами с двумя сомкнутыми створками.

Во всей флишевой толще скопления окаменелостей четко локализованы в отдельных грубообломочных прослоях. Скелетные остатки обломаны, окатаны, перемешаны с битой ракушкой, гравием, песком и галькой, ориентированы послойно или образуют беспорядочный навал. Процент двустворчатых экземпляров среди остатков двустворок редко достигает 18,4, обычно не более 3—7.

Учитывая все эти изменения, можно выделить в описанном разрезе следующие подразделения (см. рис. 5).

- | | |
|--|-------------|
| | Мощность, м |
| I. Аргиллитовый горизонт с нольдиями, паллолумами, мидиями и другими разнообразными моллюсками (интервалы 1—4). Содержания окаменелостей высокие, отклонения от среднего по отдельным пробам невелики. В коллекциях богаты и разнообразны моллюски при полном отсутствии других типов животных. Среди гидродинамических группировок значительную роль играют представители реофильной фауны обрастаний и неприкрепляющихся эвриоксибионтных фильтраторов. Большинство остатков моллюсков не несет следов обработки течениями. Видимая мощность 45 м. | |
| II. Аргиллитовый горизонт с нольдиями и нукуланами (интервалы 5—7). Содержания окаменелостей по отдельным пробам и по интервалам высокие (0,35—3,8 см ³ /дм ³). Коллекции очень бедны качественно. Сообщества нацело сложены представителями группировки зарывающихся эвриоксибионтных собирающих детритофагов. Раковины моллюсков без следов переноса . . . | 26 |
| III. Слон с <i>Nuculana crassatelloides</i> и <i>Nuculana tumiensis</i> (интервалы 8—15). Флиш тонко- и среднеслоистый. Низкие содержания окаменелостей по отдельным пробам и по интервалам. Число родов и видов в тафоценозах невелико; классов и типов больше, чем в тафоценозах соседних частей разреза. В экологическом отношении по-прежнему доминируют собирающие детрито- | |

- фаги; изредка незначительная примесь фауны обрастаний. Остатки животных обломаны, окатаны, захоронены беспорядочно 70
- IV. Слои с *Yoldia chehalisensis* (интервалы 16—25). Флиш тонко- и среднеслоистый. Содержания окаменелостей очень низкие; в верхней и нижней частях слоев совершенно немые пачки. Качественно коллекции очень бедны и составлены из представителей только двух родов палеотаксонтов — *Yoldia* и *Nuculana*. Других группировок, кроме зарывающихся эвриоксибонтных собирающих детритофагов, нет. Характер захоронения обычный флишевый 146
- V. Слои с нукулами, нукуланами и *Yoldia chehalisensis* (интервалы 26—28). Флиш среднеслоистый. Содержания окаменелостей низкие. Тафоценозы качественно бедны. Пики на кривых числа родов и числа типов объясняются находкой трех экземпляров тиазир и единичных особей латернулы, пателлы, силиквы и балануса среди массовых скоплений нольдий и нукулан в пробе интервала 27. Резко доминируют представители наиболее застойноводной из гидродинамических группировок — зарывающиеся эвриоксибонтные собирающие детритофаги; примесь фильтраторов незначительна. Характер захоронения обычный флишевый 54
- VI. Тонко- и среднеслоистый флиш без окаменелостей (интервалы 29—40) 146
- VII. Слои с *Yoldia (Portlandella)* и *Nuculana alferovi* (интервалы 41—59). Тафоценозы богаты количественно и качественно. Особенно заметно большое число классов и типов животных. Кроме собирающих детритофагов значительна роль реофильной фауны обрастаний, стено- и эвриоксибонтных прикрепляющихся фильтраторов. Характер захоронения обычный флишевый. 225
- VIII. Угленосный горизонт.

Нетрудно заметить, что все стратиграфические подразделения, выделенные в разрезе по р. Горбуше, находят своих аналогов в хваленском разрезе (см. рис. 5).

Так, нижний и верхний аргиллитовые горизонты горбушинского разреза по всем признакам идентичны тем же горизонтам хваленского разреза. Подстилаются они в обоих разрезах одним и тем же горизонтом кремней и кремнистых аргиллитов. Так же уверенно коррелируются и верхние части флишевой толщи.

Часть разреза по р. Горбуше, включающая слои с нукулами и *Yoldia chehalisensis*, горизонт с очень бедными фаунистическими комплексами, слои с *Nuculana alferovi* и *Yoldia (Portlandella)* и угленосный горизонт, полностью идентична части разреза по руч. Хваленскому, включающей слои с нукуланами, нукулами и *Yoldia chehalisensis*, горизонт флиша без окаменелостей, слои с *Yoldia (Portlandella)* и *Nuculana alferovi* и угленосный горизонт.

Слои с *Yoldia chehalisensis* хваленского разреза несколько отличаются от слоев с *Yoldia chehalisensis* и *Nuculana tumiensis* горбушинского разреза тем, что *Nuculana tumiensis* перешла здесь с третьего места на пятое, а *Yoldia nitida* с седьмого места на четвертое. Все другие характеристики фаунистических комплексов вполне совпадают.

С трудом опознается в хваленском разрезе лишь аналог слоев с *Yoldia nitida*, *Thyasira* aff. *tigiliana* и skutellidami. По положению в разрезе им отвечают слои с *Nuculana crassatelloides* и *Nuculana tumiensis*. Несколько сходны в обоих разрезах качественные богатства фаунистических комплексов на типовом и классовом таксономических уровнях. Другие характеристики сообществ, литология слоев существенно различны. Здесь мы имеем дело с типичной фациальной изменчивостью.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НИЖНЕЙ ЧАСТИ УСТЬ-КАМЧАТСКОЙ СЕРИИ

Прежде чем перейти к одной из основных задач работы — восстановлению условий образования аргиллитовых горизонтов и нижней флишевой толщи на основе использования количественных палеоэкологических данных, рассмотрим вкратце условия образования нижней части усть-камчатской серии, не содержащей макроостатков животных.

Накоплению усть-камчатской серии предшествовал период более или менее крупного размыва, связанного, возможно, со складчатостью. В этот период произошло образование углового несогласия между пластами березовоярской и усть-камчатской серий.

Конгломератовая толща накапливалась, по-видимому, в непосредственной близости от подножий гор. В пользу этого свидетельствует, во-первых, большая мощность конгломератовой толщи, почти на сто процентов сложенной грубообломочными породами, во-вторых, полное отсутствие остатков морских организмов. В морских прибрежных условиях какой-либо из интервалов широкого спектра условий гидродинамики, грунтов, газового режима и характера снабжения пищей обязательно был бы благоприятным для развития бентоса. Об этом же говорит и гигантская косая слоистость в конгломератах. Мощность косых слоев 0,5—10 м, мощности серий косых слоев 10—50 м, углы между слоями различных серий 5—30°, обычно 5—10°. Наконец, континентальные условия позволяют установить и обуглившиеся стебли и стволы наземных растений.

В конгломератах часты крупные, совершенно неокатанные глыбы и плиты трещиноватых кремней (более 1 м), которые не могли бы перенести длительной транспортировки. Недалекий перенос подтверждает и непосредственное подстиланье конгломератовой толщи породами, аналогичными породам обломков в этом конгломерате.

Песчано-аргиллитовая толща с остатками наземных растений накапливалась в мелководном морском бассейне. Прямыми фактами, указывающими на морское происхождение толщи, являются находки морских диатомовых *Centrales*, радиолярий, планктонных фораминифер. Морской генезис толщи подтверждается также хорошей сортировкой пород толщи, их тонкой правильной слоистостью, наличием карбонатных конкреций и многочисленных пластов известняков. Причиной отсутствия морского бентоса был нарушенный газообмен и сероводородное заражение придонных вод. В толще обнаруживаются все литологические показатели этих явлений — тонкий пелитовый состав породы, микрослоистость, большое количество органического вещества и повсеместное развитие пирита.

Многочисленность листовых и иных остатков наземных растений можно истолковать как свидетельство непосредственной близости берега: листья наземных растений не могут в больших количествах захороняться далеко в море.

Морской бассейн был довольно мелководным, речные наносы часто, особенно во время образования нижней половины толщи, засыпали отдельные его участки, образуя косы и пересыпи. В разрезе такие явления фиксировались наличием прослоев грубообломочных, часто конгломератовых косослоистых пачек, резко контрастирующих с вмещающими тонкозернистыми породами и представляющих собой, по-видимому, русловые образования.

Другие речные косы, вдававшиеся далеко в море, были песчаными. Доказательство речного происхождения таких песчаных пластов — от-

сутствие в них как пелагических, так и донных морских остатков, обогащенность самих пластов и соседствующих с ними аргиллитовых пластов листовыми отпечатками наземных растений.

Верхняя часть толщи, сложенная кремнистыми аргиллитами и известняками и не содержащая остатков наземных растений и прослоев зернистых пород, накапливалась в условиях значительно большей удаленности от берега моря. Это подтверждается тонкой гранулометрией пород, большой ролью пелитоморфного кремнезема и карбоната.

Пачка кремней и кремнистых аргиллитов сформировалась в условиях максимальной для данного бассейна удаленности от берега.

Соленость морского бассейна, в котором накапливались песчано-аргиллитовая толща с остатками наземных растений и пачка кремней и кремнистых аргиллитов, судя по присутствию нормально морских диатомей, радиолярий и пелагических фораминифер, была нормальной.

Климат прибрежной суши был теплым, южнобореальным, типа климата амурской тайги, доказательством чего можно считать обилие рода *Ulmus* присутствие *Thuja* в наземной флоре, само разнообразие флоры.

Воды морского бассейна были теплыми, допускающими интенсивную осадку карбоната. Высокие температуры придонных вод—дополнительное подтверждение мелководности бассейна. Существование в мелководном бассейне спокойного, застойного гидродинамического режима можно рассматривать как следствие изолированности водоема от открытого океанического бассейна.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АРГИЛЛИТОВОГО ГОРИЗОНТА С ИОЛЬДИЯМИ, МИДИЯМИ, ПАЛЛИОЛУМАМИ И ДРУГИМИ РАЗНООБРАЗНЫМИ МОЛЛЮСКАМИ

Литологически породы этого горизонта очень однообразны и представлены аргиллитами с тонкими линзочками и карманами грубого материала, с рассеянной галькой и многочисленными шарообразными карбонатными конкрециями диаметром 0,1—0,3 м. Под микроскопом в аргиллите обнаруживается рассеянная алевритовая примесь, представленная обломками, волокнами и рогульками вулканического стекла, а также обломками плагноклаза и кварца, редкими углистыми и пиритовыми зернышками. Изредка отмечаются вытянутые обуглившиеся остатки растений, участками пиритизированные. Аргиллиты имеют серый или белесый цвет, по трещинам интенсивно окрашены бурими гидроокислами железа. Отдельность их грубоплитчатая или грубокусковая. В обнажении иногда можно уловить неотчетливую массивную горизонтальную слоистость. Слои различаются устойчивостью к выветриванию; одни из них образуют в обнажении вертикальный уступ, другие — крутой откос. Однако ни в образцах, ни в шлифах литологических различий этих пластов не обнаруживается.

Аргиллиты рассматриваемого горизонта бедны окаменелостями. Содержание их составляет десятки и сотые доли процента от объема вмещающих пород. Несмотря на литологическое однообразие горизонта фаунистические комплексы в различных местонахождениях существенно отличаются друг от друга.

Рассмотрим пробу 2 из интервала 3 разреза р. Горбуши (табл. 2). Здесь в аргиллите отмечен прослой мощностью около 0,5 м, переполненный грубым песчано-гравийным и мелкогалечным материалом. Прослой дифференцируется на 2—5-сантиметровые прослоечки с большим и меньшим содержанием грубого материала. Менее гравеллистые про-

Соотношение экологических группировок в пробе 3-2.
Объем пробы 9,4 дм³

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
<i>Mytilus</i> sp. indet.	2	17,2	Прикрепляющиеся, 42,4%	Фильтраторы, 42,4%	Стенооксиданты, 42,4%
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	5	20,5	Зарывающиеся, 57,6%	Собирающие детритофаги, 56,3%	Эвриоксиданты, 57,6%
<i>Yoldia</i> sp. (cf. <i>Y. deformis</i> Kogan)	2	2,2			
<i>Plicifusus</i> sp.	1	0,5		Плотоядные, 1,3%	

слойки представлены аргиллитом с незначительной алевроитовой примесью, с редкими рассеянными гравийными и грубопесчаными частицами. Более гравелистые прослойки представлены гравелитом с окатанными и угловато-окатанными обломками. Цемент базальный, обильный, по составу идентичный вышеописанному аргиллиту.

Содержание окаменелостей 4,3 см³/дм³, или 0,43%. Среди остатков двустворок 5 экземпляров из 9 — с обеими сохранившимися створками, остальные представлены разрозненными створками.

Близкую экологическую и литологическую характеристику имеет качественная проба, взятая в том же интервале разреза р. Горбуши (табл. 3). В отличие от количественных проб, при отборе качественной пробы не измерялся объем вмещающей породы. Однако все найденные при этом остатки сохранялись для дальнейшей обработки, поэтому о пропорциях различных групп и форм бентоса по этой пробе можно судить с тем же основанием, что и по количественным пробам. Аналогичный прием анализа количественных соотношений по качественным траловым пробам (если дночерпатель приносит малый материал, например, из современной абиссали) неоднократно использовался гидробиологами (Соколова, 1960; Беляев, 1966).

В этой пробе прежде всего обращает на себя внимание доминирование фильтраторов над собирающими детритофагами (77,8% против 11,5). Такое соотношение говорит о значительном преобладании содержания пищи во взвеси над пищей, лежащей на поверхности грунта. Обилие пищи во взвеси подтверждается и высоким процентом очень требовательных к содержанию взвеси представителей фауны обрастаний — крупных мидий и моллюсков, а также других эпифаунных фильтраторов — кардит, неравностворчатых массивных пектенев. Большая часть сообщества (60,7%) представлена животными, требовательными, кроме того, и к хорошей аэрации придонных слоев воды. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов 1:2:3:4 = 22,7:45,0:19,4:12,9 (рис. 9,а). Все экологические признаки свидетельствуют о гидродинамическом режиме высокой активности, препятствующем отложению тонких фракций взвеси. В то же время вмещающая порода имеет пелитовый состав. Очевидно, здесь мы имеем дело с типичным случаем формирования осадка при переменных скоростях течений. В спокойные периоды взвесь оседала на дно, формируя глинистые илы. Периодические волнения, достигавшие дна, взмучивали осадок и снова переводили его во взвешенное состояние. Подобные условия отложения

Таблица 3

Соотношение экологических группировок в качественной пробе из интервала 3

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
1	2	3	4	5	6
<i>Mytilus</i> ex gr. <i>edulis</i> L.	8	65,0	Прикрепляющиеся, 20,2%	Фильтраторы, 77,8%	Стенооксисибноты, 60,7%
<i>Mytilus hamlini</i> Loel et Corey	2	33,8			
<i>Modiolus yneziana</i> Arnold	1	26,3			
<i>Modiolus</i> sp.	10	196,7			
<i>Cardita pacifera</i> (Yok.)	2	5,9			
<i>Cardita</i> cf. <i>pacifera</i> (Yok.)	2	9,3	Свободно лежащие, 37,6%		
<i>Cardita</i> sp. indet	4	21,6			
<i>Pecten takahashiformis</i> Sal	4	471,0			
<i>Pecten</i> sp. indet	2	80,8			
<i>Palliolium peckhami watanabei</i> (Yok.)	10	2,9			
<i>Palliolium</i> ex gr. <i>peckhami</i> (Cabb.)	18	5,2			
<i>Limatula</i> sp. indet.	1	1,2			
<i>Veneridae</i> (похожие на <i>Saxidomus</i>)	3	54,0	Зарывающиеся, 42,2%	Стенооксисибноты	
<i>Panope</i> sp.	1	16,2			
<i>Mya</i> ex gr. <i>paternalis</i> Mats	2	29,8			
<i>Mya truncata</i> L.	1	67,6			
<i>Mya</i> cf. <i>truncata</i> L.	1	18,9			
<i>Mya</i> sp.	1	95,0			
<i>Cardiidae</i>	1	37,6			
<i>Macoma?</i> sp. indet	1	2,2			
<i>Yoldia nitida</i> Slod	38	130,2	Собирающие детритофаги, 1,5% ¹	Эвриоксисибноты, 39,3%	
<i>Yoldia watasei</i> Kaneh	3	12,0			
<i>Y.</i> sp. (cf. <i>Y. chehalisensis</i> Arn.)	1	1,9			
<i>Y. caudata</i> Khom.	1	2,8			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	8	27,4			
<i>Y.</i> sp. indet.	3	5,9			
<i>Nuculana</i> ex gr. <i>robai</i> Kuroda	1	0,1			
<i>Nuculana</i> ex gr. <i>crassatelloides</i> Laut.	1	0,1			
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	1	0,1			
<i>Malletia</i> sp.	1	0,1			
<i>Sipho</i> sp.	5	42,3	Плооядные, 10,6%		
<i>Neptunea ikusaensis</i> L. Krisht.	1	15,9			
<i>Neptunea</i> sp.	2	76,4			
<i>Trominina onnaica</i> (Yok.)	1	10,4			
<i>Plicifusus</i> sp. indet.	1	0,6			
<i>Polinices?</i> sp. indet.	1	0,4			
<i>Psephaea</i> sp.	1	23,2	Свободно лежащие	Стенооксисибноты	
<i>Acmaea</i> sp.	1	2,3			Растительные, 0,1%

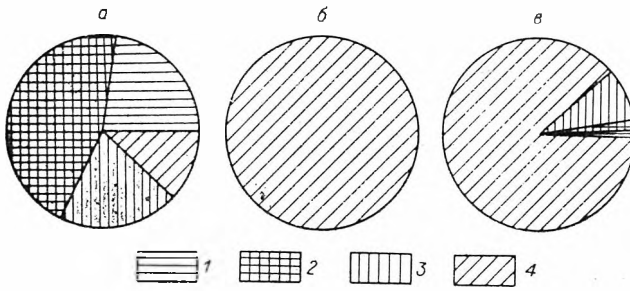


Рис. 9. Соотношения гидродинамических группировок в раках.

a — из интервала 3 разреза р. Горбуша; *b* — 225 и 5-1; *c* — 5. 1 — стеноксигибонтные прикрепляющиеся фильтраторы, 2 — стеноксигибонтные неприкрепляющиеся фильтраторы, 3 — эвриоксигибонтные неприкрепляющиеся фильтраторы; 4 — эвриоксигибонтные зарывающиеся собирающие детритофаги.

и такие же сочетания фильтраторов с пелитовым осадком существуют в современном Азовском море.

Ввиду больших сил сцепления между отдельными частицами отложившегося глинистого осадка скорости течения для его размыва должны быть очень высокими. Согласно кривой Хьюльстрема (Рухин, 1962; Лисицын, 1966), пелитовый осадок размывается при скоростях потока, достаточных для переноса гравия. Грубообломочная примесь, содержащаяся в исследуемых усть-камчатских аргиллитах, имеет именно такую грубопесчано-гравийную размерность, что подтверждает наличие периодически происходящих (скорее всего ветровых) течений, достаточно сильных для того, чтобы, перенося гравий, взмучивать донные илы и обеспечивать фильтраторов обильной пищей.

Большая часть сообщества приспособлена к существованию на мягких илистых грунтах. Если по биомассе зарывающиеся илолюбивые формы составляют 42,2%, относительно безразличные к характеру грунта свободно лежащие формы с широким плоским основанием—37,6%, а нуждающиеся в твердом субстрате для прикрепления формы обрастания—20,2%, то по количеству экземпляров соотношения будут совершенно иными: зарывающиеся обитатели мягких грунтов составят 58%, свободно лежащие 29, а прикрепляющиеся 13%. Наиболее многочисленными и постоянными формами здесь были, следовательно, илолюбивые формы. В. П. Воробьев (1949) называет такие формы константными; они, как и преобладающие по биомассе, говорят о благоприятных условиях обитания. Прикрепляющиеся формы, для которых мягкий ил был неподходящим субстратом, по-видимому, использовали в качестве опоры рассеянные повсюду гальки и камни.

Гидродинамический режим отражался и на характере захоронения моллюсков. Из 138 экземпляров двустворок 61 экз., или 44,2%, — с сохранившимися обеими створками, остальные 55,8% представлены разрозненными створками. Правда, простая констатация подобных соотношений еще не дает однозначного представления о роли гидродинамики в разобщении створок. После смерти моллюска створки его раковины могли быть разобщены или волнениями и течениями, или хищными бентосоедами и роющимися в грунте животными. Более ясной становится роль гидродинамики при сопоставлении данных по разным экологическим группам. Так, среди зарывающихся двустворок процент двустворчатых раковин составляет 52,7, а среди незарывающихся — всего 37. Эта разница может быть объяснена только различным положением моллюс-

Соотношение экологических группировок в пробе 220

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
<i>Mytilus</i> sp. (cf. <i>M. edulis</i> L.)	5	31,0	Прикрепляющиеся, 17,0%	Фильтраторы, 67,8%	Стено-оксифильные, 18,4%
<i>Corbicula tusiunensis</i> Laut.	1	2,3	Свободно лежащие, 1,3%		
<i>Palliolum</i> sp.	1	0,02	Зарывающиеся, 81,7%	Собирающие детритофаги, 2,8%	Эвриоксифильные, 81,6%
<i>Mya arenaria</i> L.	1	39,3			
<i>Mya</i> sp. indet.	4	50,1			
<i>Macoma</i> sp.	5	4,3			
<i>Malletia</i> sp.	2	0,4			
<i>Nuculana</i> sp. indet.	1	0,05	Плотоядные, 29,4%		
<i>Yoldia</i> (P.) sp. indet.	1	0,2			
<i>Sipho tiuschevkiensis</i> Ильяна	1	52,0			
<i>Plicifusus</i> sp. indet.	4	1,0			

ков по отношению к воздействию движения воды. Зарывающиеся моллюски были защищены от ударов волны толщей грунта, незарывающиеся формы такой защиты не имели. Незарывающиеся формы иногда несут на себе следы волочения и трения о грунт, они потерты, окатаны. На крупных толстостворчатых *Pecten*, например, часто бывают уничтожены следы тонкой скульптуры.

Подобным же образом можно интерпретировать и экологический облик пробы 3-2 (см. табл. 2).

На руч. Хваленском в аргиллите с линзами крупного песка собрана довольно многочисленная коллекция окаменелостей (табл. 4).

Грунт этого палеобиотопа был мягким, илистым, о чем свидетельствуют пелитовый состав породы и обилие зарывающихся форм среди грунтовых группировок. Гидродинамический режим был таким же неустойчивым, как и в разобранных выше случаях, однако возмущения гидродинамического режима сказывались здесь слабее. Реофильных форм среди фильтраторов сравнительно немного, преобладают любители течений умеренной силы, а также спокойноводные формы (миа, паллиолумы, макамы, палеотаксоноты). Среди грубозернистой примеси отмечен лишь материал песчаных фракций. Экземпляров с сохранившимися обеими створками среди двустворок насчитывается 42,7%. Отмечены случаи захоронения разомкнутых и лежащих рядом створок одной особи. Такое захоронение могло быть только в относительно спокойных водах.

Проба 1 из интервала 1 разреза р. Горбуши отобрана из аргиллита со значительной алевритовой примесью и единичными гравийными зернами эффузивов. Объем пробы 32,4 дм³. Здесь установлены: 2 *Nuculana crassatelloides* Laut., 2 *Yoldia* (*Portlandella*) sp., 1 *Yoldia* sp. indet., обнаружены две неопределимых двустворки общим объемом 5,87 см³. Содержание окаменелостей составляет 0,24 см³/дм³ или 0,024%. Из 7 экземпляров двустворок двустворчатых — 4.

Несмотря на неполноту палеонтологического материала, экологический облик фаунистического комплекса вырисовывается довольно отчетливо. Биотопом подобного сообщества было морское дно с мягкими.

позволяющими зарываться грунтами, значительным содержанием пищи на поверхности и нарушенным газообменом, сопровождающим застойный гидродинамический режим. Эти выводы находят хорошее подтверждение и при анализе литологического состава породы. Пелитовый состав осаждающегося материала также говорит в пользу мягких грунтов и гидродинамического режима низкой активности. Наличие в породе тонко дезинтегрированного органического детрита именно тех размеров, которые пригодны в пищу собирающим детритофагам, присутствие диагенетического пирита, часто развивающегося по полуразложившейся органике, служат подтверждением хороших пищевых условий (для собирающих детритофагов) и ухудшенного газообмена в придонных слоях воды.

Кроме моллюсков, некоторые биотопы реконструируемого бассейна были заселены червями. Следы их ползания в виде длинных ветвящихся или переплетающихся ходов, заполненных веществом, отличным от вмещающей породы, фиксируются в некоторых образцах. Надо думать, распространение червей было гораздо большим. В случаях, когда ходы заполнялись веществом, идентичным вмещающей породе, они просто не выделялись на фоне породы.

Палеоэкологические и литологические данные позволяют восстановить кроме обстановок конкретных биотопов и некоторые общие черты всего бассейна.

В бассейне, как можно видеть по всем приведенным примерам, отсутствовали сколько-нибудь сильные постоянные течения. Периодические течения, по-видимому, были ветровыми. Поверхностное волнение достигало дна, обеспечивало аэрацию, перенос грубозернистой примеси, взмучивание осадка и, как следствие этого, допускало обитание бентоса, уничтожало тонкую сезонную слоистость. Преимущественный пелитовый состав породы объяснялся отсутствием существенного приноса более грубого материала. В современных морях полузамкнутого и замкнутого типа, с изрезанной береговой линией, со слабыми вдольбереговыми течениями подобная картина наблюдается часто (Безруков, 1960).

Донные осадки взмучивались не только на изученном конкретном участке, но и по всему бассейну. Если бы в акватории оставались участки, не подверженные волновому воздействию, в которых пелит мог оседать на дно и в спокойной обстановке захороняться раз и навсегда, такие участки стали бы своеобразными отстойниками. Имела бы место обычная картина отмывания донного осадка от пелита в одной части бассейна, где происходят периодические взмучивания, и отложения тонкоотмученной взвеси в другой части. Донные осадки всего бассейна были бы отсортированы по гранулометрии, и в каждом литотопе накапливались отложения, гранулометрия которых соответствовала гидродинамическому режиму периодов максимальной активности. Кроме того, при этом должно наблюдаться соответствие экологического облика сообщества гранулометрическому составу породы, обычные сочетания фильтраторов с зернистыми, неглинистыми породами, собирающих детритофагов с глинистыми. Как можно было убедиться, для реконструируемого бассейна характерны совершенно иные соотношения. Следовательно, глубина бассейна почти никогда не превышала базиса действия волн; в тех же редких случаях, когда такое превышение все же наблюдалось (проба 1-1), отстойник имел, по-видимому, незначительные размеры и быстро наполнялся. Его существование не влияло сколько-нибудь на ход осадконакопления.

Воздействие ветровой волны на морское дно определяется такими величинами, как диаметр круговых орбит, линейная скорость обраще-

ния частиц воды по орбитам, скорость ветрового течения. Все эти величины являются функцией глубины дна и параметров волны — ее длины и высоты. Возрастанию параметров волны ставит предел длина разгона, определяемая размерами бассейна. Известны формулы, связывающие эти величины, например, формулы Стевенсона:

для больших бассейнов

$$h \cong 0,37\sqrt{D}$$

для малых бассейнов

$$h \cong 0,37\sqrt{D} - 0,27\sqrt{D} + 0,76$$

где h — высота волны в метрах, D — диаметр бассейна в километрах (Зенкович, 1946).

Таким образом, будем считать, что основная величина, определяющая воздействие поверхностного волнения на морское дно, — соотношение между глубиной дна и размерами бассейна. Сравнимая реконструируемый бассейн с современными, можно сказать, что отношение максимальной глубины бассейна к его размерам было примерно таким же, как у Азовского, Аральского морей, Финского и Рижского заливов Балтийского моря, во всяком случае не большим, поскольку в отмеченных бассейнах уже не везде заметно воздействие поверхностного волнения на дно, и в некоторых местах отмечаются признаки стабильного застоя. Реконструируемый бассейн был шельфовым, плоским. Необходимо заметить, что способ определения глубины бассейна по формулам гидродинамики ранее неоднократно использовался В. А. Захаровым (Захаров, 1966; Юдовный и Захаров, 1966).

Соленость бассейна была несколько пониженной. Об этом говорит обилие широко эвригалинных солоноватоводно-морских форм в большинстве сообществ, почти повсеместное преобладание их над морскими (табл. 5).

Качественная бедность донного населения также говорит об аномальной солености бассейна. В аргиллитовом горизонте не отмечено скелетных остатков никаких других типов животных, кроме моллюсков. В первую очередь обращает на себя внимание отсутствие представителей таких стеногалинных групп, как брахиоподы, иглокожие, встречающихся в вышележащих флишевых отложениях довольно часто.

Соленость акватории была такой, что иглокожие и брахиоподы в бассейн не проникали, а моллюски могли пышно расселяться. Подобные солевые условия отмечаются, например, в северной части Камчатского залива, где иглокожие почти отсутствуют, а среди моллюсков доминируют иольдии, теллиниды, аксинопсисы (Кузнецов, 1963). Близкие солевые условия обитания имеет и биоценоз *Portlandia arctica arctica* — *Portlandia arctica siliqua* обь-енисейского мелководья Карского моря. Здесь многочисленны нукулы, иольдиеллы, макомы, тиазиры, а количество иглокожих по сравнению с полносолеными биотопами резко падает (Филатова и Зенкевич, 1957).

На обь-енисейском мелководье и в северной части Камчатского залива пресные воды растекаются по поверхности, создавая солевую стратификацию. Против устья Оби поверхностная соленость составляет 5,07‰, а на глубине 15 м достигает 30,55‰ (Зенкевич, 1963). Штормы приводят к перемешиванию водных масс, придонная соленость вследствие этого испытывает резкие колебания.

Возможно, отсутствие иглокожих в коллекциях из аргиллитового горизонта также было обусловлено не общим, несколько пониженным уровнем солености водоема, а подобными резкими ее колебаниями, имеющими, по мнению П. В. Ушакова (1948), значительно большее отрицательное значение, чем общее опреснение.

Температурный режим акватории был непостоянным. Большая часть донного населения сложена широко эвритермными родами, в сов-

Солевой спектр ископаемых сообществ

№ пробы	Степогалинные морские формы	Эвригалинные морские формы	Солоноватоводноморские формы	Солоноватоводные формы
1	2	3	4	5
1-1	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , 75%	<i>Yoldia</i> sp. indef., <i>Nuculana</i> , 25%	—	—
3-2	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Plicifusus</i> , 57,6%	—	<i>Mytilus</i> , 42,4%	—
3	<i>Cardita</i> , <i>Palliolum</i> , <i>Limatula</i> , <i>Veneridae (Saxidomus?)</i> , <i>Cardiidae (Nemocardium)</i> , <i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Malletia</i> , <i>Plicifusus</i> , <i>Psephaea</i> , 20,9%	<i>Panopaea</i> , <i>Yoldia (s. s.)</i> , <i>Nuculana</i> , <i>Neptunea</i> , <i>Trominina</i> , <i>Sipho</i> , <i>Actaea</i> , 10,6%	<i>Mytilus</i> , <i>Modiolus</i> , <i>Pecten</i> , <i>Mya</i> , <i>Macoma</i> , <i>Polinices</i> , 68,5%	—
220	<i>Palliolum</i> , <i>Malletia</i> , <i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Plicifusus</i> , 0,9%	<i>Nuculana</i> , <i>Sipho</i> , 28,9%	<i>Mytilus</i> , <i>Mya</i> , <i>Macoma</i> , 69,0%	<i>Corbicula</i> , 0,2%
3058	<i>Palliolum</i> , <i>Yoldia (Portlandella)</i> , 99,3%	<i>Nuculana</i> , 0,7%	—	—
1329	<i>Limatula</i> , <i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Plicifusus</i> , <i>Turricula</i> , 12,6%	<i>Crenella</i> , 1,8%	<i>Mytilus</i> , <i>Tellina</i> , <i>Macoma</i> , 85,6%	—

ременных морях распространены от арктических до тропических вод.

Значительная часть многих сообществ представлена родами широкого температурного диапазона, населяющими тропические, бореальные воды, и краевыми частями своего ареала заходящими в субарктику (табл. 6). В некоторых пробах отмечены также, иногда в большом количестве, южнобореально-тропические формы, в холодных водах не живущие: кардииды из качественной пробы интервала 3, близкие к *Nemocardium*, венериды, *Saxidomus*, массивные неравноворчатые *Pecten*, совершенно непохожие на всех холодноводных пектенов современных морей. Больше всего эти пектены похожи на *Pecten (Fortipecten) takahashii* Yok., известных из тепловодного плиоцена Японии, Сахалина и Камчатки.

Ныне северной границей распространения подобных форм служат в Тихом океане залив Петра Великого, залив Анива, южно-курильское мелководье, Алеутские острова.

О высоких летних температурах воды свидетельствует и постоянное присутствие мидий и модиол, требующих для размножения прогрета воды до 14—15°.

В то же время массовая встречаемость иолий и нукулан придает донным сообществам холодноводный облик. Хотя иолий и нукуланы живут сейчас и в теплых морях, они не достигают большого количественного развития и преобладания над другими животными.

Температурный спектр ископаемых сообществ

№ пробы	Эвритермные формы	Бореальнотропические формы	Южнобореальные тропические формы	Бореальные формы	Бореально-арктические формы
1-1	<i>Yoldia, Nuculana</i> , 100%	—	—	—	—
3-2	<i>Yoldia</i> , 56,3%	<i>Mytilus</i> , 43,6%	—	—	<i>Plicifusus</i> , 0,1%
3	<i>Yoldia, Nuculana, Mya, Macoma, Cardita, Panopaea, Siphon, Neptunea, Trominina, Polinices</i> , 37,2%	<i>Mytilus, Modiolus, Palliolum, Limatula, Acmaea, Psephaea</i> , 22,3%	<i>Veneridae, Cardiidae</i> , 40,4%	<i>Malletia</i> , 0,1%	<i>Plicifusus</i> , 0,1%
220	<i>Yoldia, Nuculana, Macoma, Mya, Corbicula, Siphon</i> , 82,0%	<i>Mytilus, Palliolum</i> , 17,3%	—	<i>Malletia</i> , 0,2%	<i>Plicifusus</i> , 0,5%
3058	<i>Nuculana</i> , 1,6%	<i>Palliolum</i> , 98,4%	—	—	—
1329	<i>Yoldia, Macoma, Tellina, Crenella</i> , 86,3%	<i>Mytilus, Limatula</i> , 7,1%	<i>Turricula</i> , 6,0%	—	<i>Plicifusus</i> , 0,6%

Подобные ассоциации холодноводных и тепловодных элементов известны в заливе Петра Великого. Здесь южно-бореально-субтропические устрицы, макрокаллисты, дозинии, *Pecten jessoensis*, *Saxidomus purpuratus*, глицимерисы ассоциируют с многочисленными иольдиями, нукулами, ацилами. Здесь же в биоценозах присутствуют мидии, моднолы, мии, макамы, кардиты, сифо, плицифузусы и другие формы, отмеченные в аргиллитовом горизонте усть-камчатской серии. При этом все перечисленные формы в заливе Петра Великого можно встретить в одном горизонте (Дерюгин, 1939).

Реконструируемый бассейн был, вероятно, близок по температурному режиму к заливу Петра Великого.

Некоторые факты в пользу такой интерпретации представляет и литологическая характеристика аргиллитового горизонта.

В аргиллитах часты карбонатные конкреции. В пластах они образуют вытянутую цепочку с очень незначительным расстоянием между отдельными конкрециями. Карбонатные стяжения в таких пластах имеют линзообразную форму — при поперечнике 20—30 см достигают в длину 2—3 м. Количество конкреций в этих прослоях гораздо больше, чем в выше- и нижележащих пластах.

Очевидно, в бассейне в отдельные промежутки времени происходила хемогенная садка карбоната, образование слабокарбонатных илов с последующим диагнетическим его перераспределением и возникновением конкреций. Химическая садка карбоната возможна только в теплых водах.

В аргиллитах кроме сгруженного, локализуемого линзами, карманами и примазками грубозернистого материала отмечается повсе-

стное присутствие рассеянного гравийного и галечного. Никакой связи с гранулометрией вмещающей породы в распределении этого материала нет. Подобные ассоциации заставляют предположить ледовый разнос рассеянных обломков. Грубозернистый материал, вмержавший зимой в льдины, весной разносился плавающими льдами по всему бассейну и захоронялся в осадках любой гранулометрии. Примерами бассейнов, в которых идет химическая садка карбонатов, а зимой образуется ледовый покров, могут служить современные Азовское, Аральское и Каспийское моря.

Залив Петра Великого, по Л. Б. Рухину (1957), также лежит в поясе современного карбонатонакопления, в непосредственной близости от северной границы пояса. Немного южнее залива, у побережья Корея, проходит южная граница ледового припая.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АРГИЛЛИТОВОГО ГОРИЗОНТА С ИОЛЬДИЯМИ И НУКУЛАНАМИ

Горизонт сложен однородными аргиллитами, рыхлыми, скорлуповато-концентрического строения, при выветривании дающими мелкую, размокающую в воде щебенку. В аргиллите постоянно отмечается алевритовая примесь — вулканическое стекло, плагиоклазы, кварц, пирит, обуглившиеся зерна органического детрита. В породе повсеместно встречаются разрозненные, очень редкие единичные гравийные и галечные частицы, в низах горизонта — тонкие линзочки и примазки песка. Многочисленны шарообразные карбонатные конкреции, часто заключающие раковины моллюсков.

Фаунистические комплексы этого горизонта также отличаются однообразием систематического состава и выдержанностью при прослеживании по простиранию, качественной бедностью.

Одним из примеров может служить проба 225 из интервала 6 разреза руч. Хваленского (табл. 7).

Кроме перечисленных форм в пробе установлены неопределимые остатки двустворок. Общее содержание окаменелостей $3,8 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,38%. Отношение числа двустворчатых экземпляров к одностворчатым среди обнаруженных остатков двустворок 2:3. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=0:0:0:100$ (рис. 9,б). Вмещающая порода — аргиллит однородный с редкой рассеянной гравийно-галечной примесью.

Проба 1 из интервала 5 разреза р. Горбуши близка к вышеприведенной (табл. 7).

Содержание окаменелостей в пробе $6,5 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,65%. Из 14 экземпляров двустворок 11 — с обеими сомкнутыми створками (79%). Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=0:0:0:100$ (рис. 9,б).

Проба отобрана из карбонатной конкреции. Аргиллит, вмещающий конкрецию, однороден, содержит значительную примесь алеврита, рассеянного по массе породы равномерно. В составе алевритовой примеси — вулканическое стекло, плагиоклазы, кварц, много пирита. В большинстве случаев пирит развит по угловатым или неправильным зернам органического детрита. Иногда видна остаточная, неспиритизированная органика, распределенная неравномерно. В участках ее сосредоточения много ходов червей, выделяющихся в шлифе более темным фоном. Участки между ходами содержат органики значительно больше, чем в

Соотношение экологических группировок в пробах

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
Проба 225, объем 38,5 дм ³					
<i>Yoldia nitida</i> Slod	4	4,0	Зарывающ- щиеся, 100%	Собирающие детритофаги, 99,2%	Эвриокс- бионты, 100%
<i>Y. chehalisensis</i> Arn.	8	5,9			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	96	86,4			
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	2	0,2			
<i>Nuculana</i> sp. indet.	7	0,4			
<i>Plicifusus</i> sp.	1	0,8		Плотоядные, 0,8%	
Проба 5-1, объем 8 дм ³					
<i>Yoldia nitida</i> Slod	3	17,6	Зарывающ- щиеся, 100%	Собирающие детритофаги, 100%	Эвриоксбион- ты, 100%
<i>Nuculana alferovi</i> Slod	10	2,8			
<i>N. (S.)</i> sp.	1	0,1			

самых ходах. Грубая примесь редка, рассеяна, представлена песчаными и гравийными частицами.

Идентичные сообщества известны и из междуречья р. Горбуши — руч. Хваленского. Здесь в одной из качественных проб (3053) обнаружены 19 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2 *Nuculana tumiensis* Laut., 1 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn.

Наиболее массовые сборы окаменелостей произведены в интервале 5 разреза р. Горбуши (табл. 8). Число остатков двустворок с сохранившимися обоими створками относится к числу одностворчатых окаменелостей как 9:4. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества 1:2:3:4=1,2:0,1:10,8:87,9 (рис. 9, в).

Вмещающая порода — однородный аргиллит с рассеянным грубо-обломочным материалом. В аргиллите изредка отмечаются тонкие личинки песчаного материала, иногда с примесью гравия.

Нетрудно видеть, что все приведенные сообщества экологически очень близки; одинаковыми были и их биотопы.

Сообщества обитали на мягких грунтах, о чем свидетельствуют пелитовый состав осадка и стопроцентное содержание зарывающихся илолюбивых форм среди грунтовых группировок. Гидродинамический режим биотопа был спокойным, застойным, содержание пищи в грунте превышало ее содержание во взвеси. Среди пищевых группировок тафоценозов развиты почти исключительно собирающие детритофаги. Обилии пищи в грунте говорит также значительное количество в породе пиритизированного органического детрита. Спокойный гидродинамический режим сопровождался дефицитом кислорода, вследствие чего в сообществе могли обитать только эвриоксибионтные животные. Исключения представляют две кардиты и мидия. Но кардиты малых размеров, значит биотоп, в который были занесены их личинки, имел неблагоприятные условия для нормального развития и роста. Кардиты погибли вскоре после оседания на дно. Мидия, очевидно, обитала вблизи крайней границы своего экологического ареала. Крайние границы, как можно

Соотношение экологических группировок в пробе из интервала 5

Форма	Число	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
<i>Mytilus</i> sp. indet.	1	6,2	Прикрепляю- щиеся, 1,2%	Фильтраторы, 12,1%	Стеноок- сибионты, 1,3%
<i>Cardita</i> sp. juv.	2	0,3	Свободно ле- жащие, 0,2%		
<i>Limatula</i> sp. indet.	1	0,8	Зарывающиеся, 98,6%	Собирающие детритофаги, 72,2%	Эвриоксибионты, 98,7%
<i>Laternula</i> sp. indet.	1	3,1			
<i>Mya arenaria</i> L.	1	30,6			
<i>Mya</i> sp. indet.	2	22,2			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	38	256,3			
<i>Yoldia watasei</i> Kaneh	8	36,1			
<i>Y. chehalisensis</i> Arn.	26	9,4			
<i>Y. sp.</i> (cf. <i>Y. chehalisensis</i> Arn.)	11	5,4			
<i>Y. deformis</i> Kogan	4	6,0			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	11	41,8			
<i>Y. caudata</i> Khom.	5	13,2	Плотоядные, 13,7%		
<i>Y. (s. s.)</i> sp.	1	1,5			
<i>Yoldia</i> sp. indet.	4	0,6			
<i>Nuculana alferovi</i> Slod.	17	3,8			
<i>N. crassatelloides</i> Laut.	11	0,3			
<i>Nuculana</i> sp. indet.	3	0,4			
<i>Malletia</i> sp. indet.	2	0,2			
<i>Sipho?</i> sp. indet.	2	82,0			
<i>Plicifusus?</i> sp. indet.	1	0,1			

было убедиться, зачастую очень далеко отстоят от границ главной зоны. Качественная бедность сообществ и аномально высокая степень доминирования отдельных таксонов и экологических групп говорят о резко отклоняющихся от нормы условиях биотопа. Судя по отбору эвриоксибионтных форм, нарушенным был газовый режим.

Тафономические особенности захоронений подтверждают выводы об отсутствии течений над палеобиотопами. Большая часть остатков двустворок представлена экземплярами с обеими сомкнутыми створками. Двустворчатые экземпляры захороняются, ориентируясь под различными, часто крутыми углами к плоскости напластования. Обломки раковин часто ассоциируют с группами двустворчатых экземпляров, что указывает на происхождение этих обломков не в результате механического воздействия гидродинамики (иначе были бы разбиты или хотя бы разрознены все раковины), а в результате деятельности хищных бентосоедов, разгрызавших раковины.

Все фаунистические и литологические данные позволяют восстановить морской бассейн как относительно глубоководный. Во время формирования нижней части горизонта поверхностное волнение лишь изредка достигало морского дна; периоды воздействия волнения на дно были кратковременными. Очевидно, они связаны с сильными штормами, случающимися довольно редко. Во время формирования средней и верхней частей горизонта на дно уже не могли воздействовать даже самые сильные волны.

Абсолютная величина глубины может быть восстановлена только если известны размеры акватории. Согласно некоторым палеогеографи-

Температурный спектр ископаемых сообществ

№ пробы	Эвритермные формы	Бореально-тропические формы	Южно-бореально-тропические формы	Бореальные формы	Бореально-арктические формы
5-1	<i>Yoldia</i> , <i>Nuculana</i> , 100%	—	—	—	—
5	<i>Yoldia</i> , <i>Nuculana</i> , <i>Mya</i> , <i>Cardita</i> , <i>Sipho</i> , 98,1%	<i>Mytilus</i> , <i>Lima-</i> <i>tula</i> , 1,3%	—	<i>Malletia</i> , <i>Later-</i> <i>nula</i> , 0,6%	<i>Plicifusus</i> , 0,1%
6-1	<i>Yoldia</i> , 100%	—	—	—	—
225	<i>Yoldia</i> , <i>Nuculana</i> , 99,2%	—	—	—	<i>Plicifusus</i> , 0,8%
3053	<i>Yoldia</i> , <i>Nuculana</i> , 100%	—	—	—	—

ческим реконструкциям, миоценовый восточно-камчатский бассейн имел обширные размеры (Дьяков, 1955; Салин, 1964).

В пользу глубоководности бассейна говорит и его температурный режим. Резко преобладающей температурной группировкой в бассейне были эвритермные формы — палеотаксонды (табл. 9). Несмотря на расплывчатый температурный диапазон, палеотаксонды могут доминировать столь резко только в бореальных и арктических водах. По сравнению с бассейном предыдущего времени из сообществ выпадают тепловодные формы и формы, требующие сезонного прогрева воды. Реконструируемый бассейн был холодноводным.

Одновозрастные мелководные отложения северной части тихоокеанской провинции имеют тепловодный облик (Криштофович, 1961; Власов, 1961; Loel and Corey, 1932; Kanno, 1960; Oyama, Mizuno, Sakamoto, 1960, и др.).

Снижение температуры придонных вод можно, таким образом, связывать только с углублением бассейна. Рассеянный в породе грубообломочный материал говорит об образовании берегового припая зимой и таянии плавающих, оторванных от берега льдин летом, т. е. о чередовании холодного и теплого сезонов. В то же время на раковинах моллюсков нельзя отметить никаких слоев неравномерности роста (годовых колец и т. д.). Следовательно, смена сезонов, происходящая в атмосфере и верхних слоях воды, не отражалась на изученных палеобиотопах, что свидетельствует об их большой глубине. Глубина бассейна может быть установлена по данным гидродинамического и температурного режима придонных вод как превышающая 150—200 м.

Соленость бассейна близка к нормальной океанической. Абсолютное большинство форм не могло переносить сильного опреснения (табл. 10). Соленость была не ниже 26—28⁰/₀₀ и, возможно, превышала это значение.

Интересно сравнить средние содержания окаменелостей по обоним горизонтам. Для нижнего горизонта оно составляет 0,48 см³/дм³, для верхнего 1,60 см³/дм³.

Содержание окаменелостей в породе отражает соотношение объема окаменелой органики, накопившейся за определенное время, и объема породы, накопившейся за то же время. Так как породы обоих горизонтов сходны литологически, степень их послеседиментационного уплотнения можно принять одинаковой.

Суммарная продукция бентоса определяется суммарным количеством поглощенной пищи и величиной кормового коэффициента (т. е. отношением прироста веса животного к количеству потребленной пищи). Кормовой коэффициент можно принять одинаковым для сообществ обоих горизонтов. Сообщества однотипны, сложены и в том и в другом случае только моллюсками; родовой состав имеет несущественные отличия.

Таким образом, содержание окаменелостей в данном случае определяется различным соотношением органического детрита, усвоенного бентосом за определенное время, и осадка, накопленного в биотопе за то же время.

Судя по соотношению содержаний окаменелостей ($0,48:1,60=1:3,5$), из взвеси, пошедшей на образование определенного объема породы, сообщества нижнего аргиллитового горизонта извлекали в три с половиной раза меньше органики, чем сообщества верхнего аргиллитового горизонта. Это утверждение допустимо потому, что образование и самих пород, и моллюсковых сообществ обязано одному и тому же процессу — переходу взвешенных твердых частиц из взвеси на дно. Переход мог быть либо принудительным (фильтрация), либо естественным (осаждение взвеси). В образовании того и другого участвовала только взвесь; незначительным процентом влекомого материала (линзочки и примазки зернистого вещества) можно пренебречь. Взвесь, участвовавшая в этих процессах, вся оседала в пределах изученных территорий; вынос ее был незначительным. Она лишь перераспределялась между отдельными участками изученных территорий (периодические взмучивания и отложения в близких участках той же зоны).

Меньшее содержание окаменелостей в нижнем аргиллитовом горизонте могло быть связано с меньшим содержанием органики во взвеси,

Таблица 10

Солевой спектр ископаемых сообществ

№ пробы	Стеногаллинные морские формы	Эвригаллинные морские формы	Солоноватоводно-морские формы	Солоноватоводные формы
5-1	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , 85,9%	<i>Nuculana</i> , 14,1%	—	—
5	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Limatula</i> , <i>Malletia</i> , <i>Plicifusus</i> , <i>Cardita</i> , 68,6%	<i>Yoldia (s. s.)</i> , <i>Nuculana</i> , <i>Sipho</i> , 19,5%	<i>Mytilus</i> , <i>Mya</i> , <i>Laternula</i> , 11,9%	—
6-1	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , 66,7%	<i>Yoldia</i> sp. in- det., 33,3%	—	—
225	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , <i>Plicifusus</i> , 99,4%	<i>Nuculana</i> , 0,6%	—	—
3053	<i>Yoldia (Portlandella)</i> , 99%	<i>Nuculana</i> , 1%	—	—

сформировавшей горизонт, при одинаковом проценте ее потребления. Но сравнение палеогеографических особенностей бассейна, в котором формировался нижний горизонт, и бассейна, в котором формировался верхний горизонт, заставляет сделать скорее противоположный вывод. В бассейн, в котором формировался нижний горизонт, несомненно, выносилась масса детрита с суши. Это находит подтверждение в значительном увеличении содержания органического детрита в сторону области сноса. Фации, обрамлявшие бассейн с этой стороны (согласно закону Головкинского—Вальтера, они должны быть идентичными отложениям песчано-аргиллитовой толщи с остатками наземных растений), содержат очень большое количество органики. Вынос с суши обеспечивал акваторию в достаточном количестве солями — нитратами и фосфатами, вследствие чего в ней мог пышно развиваться фитопланктон. Периодические перемешивания создавали интенсивный круговорот органического вещества и возврат его в фотосинтетический слой. Кроме того, этот бассейн имел меньшую глубину, чем бассейн, в котором формировался верхний аргиллитовый горизонт, поэтому дна достигал больший процент первоначальной органики.

Очевидно, низкое содержание окаменелостей в нижнем аргиллитовом горизонте обусловлено меньшим процентом усвоенной органики. Условия обитания и усвоения пищи моллюсковыми сообществами этого горизонта были не хуже, чем условия, при которых существовали сообщества верхнего горизонта. Как можно было убедиться, грунты, гидродинамика, газовый режим, соленость и температура не препятствовали пышному развитию в бассейне самых разнообразных моллюсков. Скорее всего, моллюски не успевали усваивать всю органику из оседающей взвеси из-за высоких темпов осадконакопления; именно этим, а не меньшими биомассами было обусловлено и гораздо большее разбавление тафоценозов нижнего аргиллитового горизонта пустой породой. Таким образом, темпы осадконакопления при формировании нижнего аргиллитового горизонта были как минимум в три с половиной раза выше, чем при формировании верхнего аргиллитового горизонта.

Интересно отметить в этой связи, что максимальные пиковые содержания окаменелостей в нижнем аргиллитовом горизонте ($4,3 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ в пробе 3-2) связаны с прослоями такого литологического облика, который говорит о замедленном темпе осадконакопления, частых взмучиваниях и периодическом выносе осажденного материала за пределы биотопа.

В грунтах бассейна, в котором формировался нижний аргиллитовый горизонт, количество остаточной органики, не потребленной бентосом, намного больше, чем в грунтах открытого глубоководного бассейна. В то же время количество захороненной, законсервированной в породе органики, как можно видеть по шлифам, лишь несколько превышает ее содержание в верхнем горизонте. В мелководном бассейне в связи с периодическими возмущениями гидродинамики был гораздо большим и возраст органики из грунта в фотосинтетический слой. Кроме того, значительная часть органического материала использована в процессе диагенеза на восстановительные процессы — редукцию сульфатов и образование сульфидов, которые присутствуют в аргиллитах нижнего горизонта в больших количествах.

НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ЧЕРТЫ НИЖНЕЙ ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩИ

Флишевая толща состоит в основной массе из отдельных ритмов, представленных мелкозернистыми, реже среднезернистыми песчаника-

ми и аргиллитами. В основании многих ритмов находится более грубый материал — крупнозернистый песок, гравий, галька, либо слагающие подошвенные части ритмов нацело, либо образующие примесь к мелко- и среднезернистому песку.

Песчаники и аргиллиты флишевой толщи очень однообразны. Песчаники серые, преимущественно мелкозернистые, хорошо отсортированные, псаммитовой и алевропсаммитовой структуры. Набор обломочных компонентов сохраняется постоянным по всей толще — это в основном плагиоклазы, кварц, моноклинные пироксены, хлоритизированные аргиллиты и кремнистые породы березоваярской серии, микрокварциты, эффузивы, реже — глауконит, рудные, ромбический пироксен. Цемент песчаников либо поровый, либо необильный базальный.

Аргиллиты флишевой толщи однородные, рыхлые, с алевроитовой примесью кварца, плагиоклаза, пироксенов, пирита, органического детрита.

Наиболее мощные аргиллитовые, песчаные и грубообломочные пласты теряют ритмичное строение. Чаще всего это отмечается в нижней части флишевой толщи.

Кроме пачек ритмично-слоистых пород в строении толщи участвуют отдельные пачки аргиллитов, достигающие мощностей более десяти метров. Нередки также подводно-оползневые горизонты, состоящие из дислоцированных флишевых пачек с включениями крупных глыб местных пород, либо из беспорядочно ориентированных обрывков песчаных пластов и глыб, заключенных в аргиллитовую массу. Других пород во флишевой толще не встречено.

Во всех литологических разностях отмечаются более или менее частые шарообразные или караваеобразные конкреции, представляющие собой ту же породу, сцементированную карбонатным материалом.

Окаменелости распределены во флишевой толще по гранулометрии. Эта закономерность была ранее отмечена для флишевых толщ Н. Б. Вассоевичем (1951). Из 94 проб, отобранных в грубообломочных прослоях или в песчаниках и аргиллитах с примесью сгруженного грубообломочного материала, 77 содержат определяемые остатки окаменелостей, остальные — различные невооруженным глазом обломки ракушки. Необходимо отметить, что эти 17 проб связаны в основном с наиболее тонкими из грубообломочных прослоев — грубозернистыми песчаниками и гравелитами. В отсортированных мелко- и среднезернистых песчаниках (без грубого материала) отобрано 43 пробы. Лишь в трех из них были найдены определяемые остатки окаменелостей, остальные оказались пустыми. В шлифах из песчаников отмечены обломки раковинного кальцита песчаных размерностей. В аргиллитах отобрано 54 пробы. Только в пяти из них были найдены раковины моллюсков. Все пять проб относятся к самым низам флишевой толщи. В пробах аргиллитов других частей толщи скелетных остатков не установлено. Для аргиллитов обычны ходы червей-илоедов. Кроме того, в конкрециях из аргиллитовых пластов иногда обнаруживаются разрозненные створки и цельные раковины крупных моллюсков — мидий, устриц, пектенев, букцинид и др. В связи с тем, что грубообломочные прослои во флишевой толще очень редки, подавляющее число флишевых ритмов окаменелостей не содержит. Ископаемые сообщества из различных местонахождений флишевой толщи можно разбить на две группы: I — сообщества с резким преобладанием собирающих детритофагов, качественно бедные, с высокими биоиндексами; II — сообщества со значительной ролью фильтраторов, качественно богатые, с низкими биоиндексами; между этими группами есть сообщества промежуточного характера.

I группа сообществ

Разберем характерные черты сообществ I группы.

В интервале 23 разреза р. Горбуши был детально изучен один из флишевых ритмов (рис. 10). В этом ритме, в отличие от других, интервал отбора пробы взят очень узким—3—4 см. Сделано это для более подробного изучения изменчивости по разрезу ритма литологических и фаунистических характеристик. Всего в ритме взято пятнадцать проб, еще одна, шестнадцатая, отобрана с таким же интервалом в аргиллите, непосредственно подстилающем описанный ритм.

В целом изученный разрез выглядит таким образом (снизу вверх).

1. Аргиллит зеленовато-серый, неплотный, однородный, скорлуповато-концентрического сложения. В глинистой массе — равномерно рассеянная мелкоалевритовая примесь. Участками — примесь крупного алеврита и мелкого песка. Отмечено большое количество ходов червей.

Количественная проба объемом 4,7 дм³, взятая с интервалом отбора 3 см, результата не дала.

2. Конгломерат с аргиллитовыми гальками размером от 1 до 5 см по длинной оси, ориентированными по напластованию. Аргиллитовые гальки составляют от 50 до 80% породы, распределены неравномерно; иногда встречаются линзочки мощностью 1—2 см совсем без галек. Аргиллиты из галек идентичны подстилающему аргиллиту. Среди галек встречены также единичные обломки эффузивов.

Кроме галек в породе отмечено заметное количество окатанных обломков мелкогравийной размерности (до 1,5—2 мм) кремнистых пород (микрокварцитов) и эффузивов.

Заполнитель — песок мелкозернистый (0,1—0,2 мм, редкие зерна имеют большие размеры), если не считать вышеописанных крупных обломков, хорошо сортированный, с поровым глинистым цементом.

В породе — большое количество битой ракуши и цельных створок моллюсков, захороненных хаотично, перемешанных с другими компонентами породы.

Взята количественная проба по всей мощности описываемого интервала (табл. 11).

Содержание окаменелостей (с учетом только относительно цельных определимых остатков) 11,5 см³/дм³, или 1,15%. Из 157 экземпляров наиболее сохранившихся остатков двустворок лишь 2 с обеими сомкнутыми створками (1,3%). Соотношение гидро-

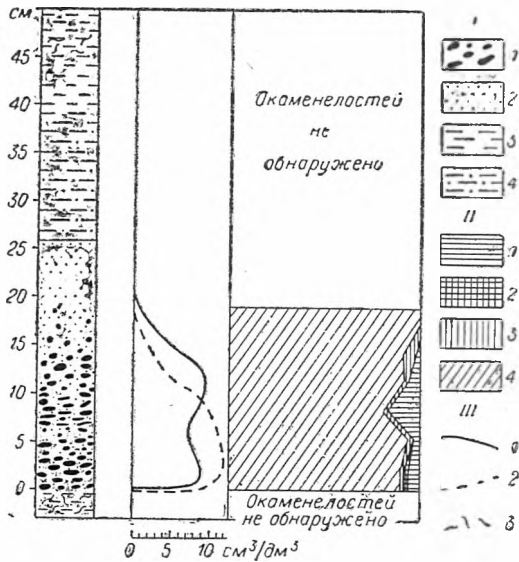


Рис. 10. Строение флишевого ритма из интервала 23 разреза р. Горбуши.

I — литологический состав: 1 — конгломераты, 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты. II — количественные соотношения гидродинамических группировок: 1 — прикрепляющиеся стеноксибионтные фильтраторы, 2 — неприкрепляющиеся стеноксибионтные фильтраторы, 3 — неприкрепляющиеся эвриоксибионтные собирающие детритофаги, 4 — зарывающиеся эвриоксибионтные собирающие детритофаги. III: 1 — содержание фракции >1 мм, принципиальный характер кривой; 2 — содержание окаменелостей, см.³ объема на 1 дм³ породы; 3 — ходы червей.

Соотношение экологических группировок в пробах

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду	
Проба 23-2, объем 5.1 дм ³						
<i>Mytilus</i> , sp. indet	3	2,8	Зарывающиеся, 95,2%	Прикрепляющиеся, 4,8%	Фильтраторы, 6,7%	Стенооксифобонты, 5,9%
<i>Veneridae?</i>	1	0,7				
<i>Thyasira</i> sp.	1	0,4		Собирающие детритофаги 68,7%	Эвриоксифобонты, 94,1%	
<i>Macoma</i> sp.	2	1,5				
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	35	3,4		Плотоядные, 24,6%		
<i>Nuculana</i> sp. indet.	59	5,8				
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	17	9,0		Эвриоксифобонты, 94,1%		
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	39	20,8				
<i>Polinices</i> sp.	2	2,6				
<i>Sipho</i> sp.	2	10,3				
<i>Plicifusus</i> sp.	1	1,4				
Проба 23-3, объем 4,6 дм ³						
<i>Mytilus</i> sp. indet.	2	1,1	Зарывающиеся, 98,2%	Прикрепляющиеся, 1,8%	Фильтраторы, 3,3%	Стенооксифобонты, 1,8%
<i>Thyasira</i> aff. <i>tigiliana</i> L. Krisht.	3	0,9				
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	40	4,7		Собирающие детритофаги, 54,0%	Эвриоксифобонты, 98,2%	
<i>Nuculana</i> sp. indet.	45	5,0				
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	18	9,6		Плотоядные, 42,7%		
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	26	13,8				
<i>Neptunea</i> sp.	1	22,8				
<i>Sipho</i> sp.	2	2,3				
<i>Plicifusus</i> sp.	1	1,0				
<i>Naticidae</i>	1	0,1				

динамических группировок среди первичных консументов сообщества 1:2:3:4=6,3:1,6:0,9:91,2 (рис. 11,а).

Мощность интервала 4 см.

3. Конгломерат, аналогичный вышеописанному. В середине интервала — линза мощностью 1—1,5 см песчаника серого мелкозернистого с небольшим количеством (5—20%) аргиллитовых галек. Выше и ниже линзы количество галек вновь увеличивается до 50—80%. Обломочная часть, заполнение и цемент прежнего характера. Встречаются крупные (в несколько миллиметров) участки бесструктурной обуглившейся органики с включениями песчаных зерен. По органике развит пирит, но не повсеместно. Обломки обуглившейся органики и пирита встречены также и в песчаной фракции. В породе много беспорядочно или послойно ориентированных обломков ракуши и более цельных окаменелостей.

Взята количественная проба по всей мощности интервала (табл. 11).

Содержание окаменелостей 11,2 см³/дм³, или 1,12%. Среди остатков двустворок только 2 экземпляра из 134 — с обеими сомкнутыми створками (1,4%). Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества 1:2:3:4=3,1:0:2,6:94,3 (рис. 11,б).

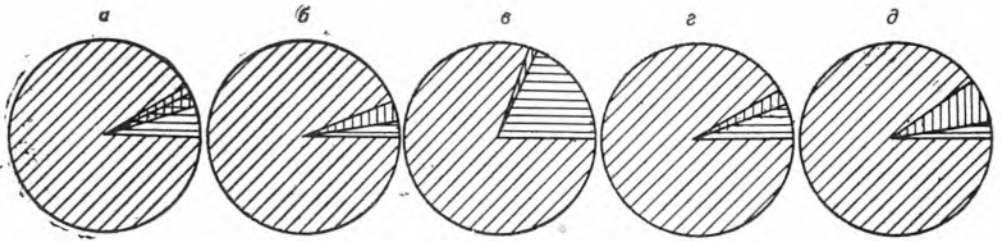


Рис. 11. Соотношения гидродинамических группировок в пробах: а—23-2, б—23-3, в—23-4, г—23-5, д—23-6. Усл. обозн. см. рис. 9.

Мощность интервала 3 см.

4. Конгломерат, почти сплошь состоящий из аргиллитовых галек, размеры которых достигают 3 см по длинной оси. Гальки уплощенные, вытянутые, ориентированы по напластованию. Заполнитель и цемент те же, что и в нижележащих интервалах. Много беспорядочно и послойно ориентированных обломков моллюсков различной сохранности.

Взята количественная проба по всей мощности интервала (табл. 12).

Содержание окаменелостей $9,5 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,95%. Из 71 экземпляра двустворок в пробе лишь 3 с обеими сомкнутыми створками (4,2%). Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=18,3:0:1,5:80,2$ (рис. 11, в).

Мощность интервала 3 см.

5. Аналогичный конгломерат. Песок, играющий роль заполнителя между гальками, в целом несколько худшей сортировки. Размерность его зерен 0,1—0,4 мм, встречаются также отдельные крупнопесчаные (0,5 мм) и гравийные зерна. В составе обломков отмечены единичные зерна пластинчатого карбоната песчаных фракций. Много остатков моллюсков, ориентированных послойно либо беспорядочно.

Взята количественная проба по всей мощности интервала (табл. 12).

Содержание окаменелостей $4,6 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,46%. Из 86 экземпляров двустворок в пробе нет ни одной двустворчатой раковины. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=5,8:0:1,9:92,3$ (рис. 11, г).

Мощность интервала 3 см.

6. В нижнем сантиметре интервала—конгломерат, идентичный нижележащему с большим количеством аргиллитовых галек и обильными остатками моллюсков. В верхних двух сантиметрах—песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный, с редкими одно-двухсантиметровыми аргиллитовыми галечками изометричных очертаний и остатками моллюсков.

Взята количественная проба по всей мощности интервала (табл. 13).

Содержание окаменелостей $2,07 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,2%. Из 35 экземпляров двустворок в пробе встречена лишь одна раковина с обеими сохранившимися створками (2,9%). Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=2,3:0:6,9:90,8$ (рис. 11, д).

Мощность интервала 3 см.

7. Песчаник мелкозернистый алевролсаммитовой структуры. Большую часть составляют обломки размерами около 0,1 мм, редко до 0,2 мм, много также зерен крупного алеврита (0,1—0,05 мм). Цемент поровый, глинистый.

На плоскостях напластования отмечены макроостатки обуглившегося растительного детрита.

Соотношение экологических группировок в пробах

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
Проба 23-4, объем 4,7 дм ³					
<i>Mytilus edulis</i> L.	1	3,7	Прикрепляющиеся, 7,7%	Фильтраторы, 8,9%	Стенооксибионты, 7,7%
<i>Thyasira</i> sp.	1	0,3	Зарывающиеся, 92,3%		Собирающие детритофаги, 36,4%
<i>Macoma</i> sp. indet.	2	1,4			
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	24	2,4			
<i>Nuculana</i> sp. indet.	25	2,4			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	5	2,6			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	12	6,4			
<i>Y. (s. s.)</i> sp. indet.	1	1,0		Плотноядные, 54,7%	
<i>Neptunea</i> sp.	1	24,1			
<i>Naticidae</i>	1	0,2			
Проба 23-5, объем 4,7 дм ³					
<i>Mytilus</i> sp. juv.	3	1,2	Прикрепляющиеся, 5,4	Фильтраторы 7,5%	Стенооксибионты, 5,4%
<i>Thyasira</i> aff. <i>tigiliana</i> L. Krisht.	2	0,4	Зарывающиеся, 94,6%	Собирающие детритофаги, 86,9%	Эвриоксибионты, 94,6%
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	26	2,5			
<i>Nuculana</i> sp. indet.	28	2,8			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	13	6,9			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	1	0,3			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	12	6,4			
<i>Plicifusus</i> sp.	1	1,2		Плотноядные, 5,6%	

В пробе обычного объема (4,7 дм³), отобранной по всей мощности интервала, обнаружена одна створка *Nuculana tumiensis* Laut. и три аргиллитовые галечки размерами 1—2 см.

Мощность интервала 3 см.

8. Песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный. Большая часть зерен имеет размерность около 0,1 мм с незначительными отклонениями в ту или иную сторону. В составе обломков отмечены карбонатные зерна, биотит; цемент более обильный, на грани между поровым и базальным.

В пробе объемом 4,5 дм³, взятой по всей мощности интервала, окаменелостей не обнаружено.

Мощность 3 см.

9. Аналогичный песчаник. Проба объемом 4,2 дм³, взятая по всей мощности интервала, результата не дала.

Мощность 4 см.

10. Алевролит крупнозернистый (0,05—0,1 мм), хорошо сортированный, неслоистый. Цемент базальный, необильный. Проба объемом 4,5 дм³, взятая по всей мощности интервала, результата не дала.

Соотношение экологических группировок в пробах

Форма	Число экз.	Объем см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
Проба 23-6, объем 4,2 дм ³					
<i>Mytilus</i> sp. juv.	1	0,2	Прикрепляющиеся, 2,9%	Фильтраторы, 9,4%	Стенооксибионты, 2,9%
<i>Thysira</i> sp.	2	0,6			
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	11	1,1	Зарывающиеся, 97,1%	Собирающие детритофаги, 90,6%	Эвриоксибионты, 97,1%
<i>Nuculana</i> sp. indet. . . .	11	1,0			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	6	3,2			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	4	2,6			
Проба 46-1, объем 4,7 дм ³					
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	2	0,4	Зарывающиеся, 100%	Собирающие детритофаги, 90,6%	Эвриоксибионты, 100%
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	24	9,6			
<i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. indet.	28	13,1			
<i>Plicifusus</i> sp.	1	1,6	Плотоядные, 9,4%		
<i>Buccinidae</i>	1	0,8			
Проба 25-3, объем 5,5 дм ³					
<i>Nuculana tumiensis</i> Laut.	23	2,6	Зарывающиеся, 100%	Собирающие детритофаги, 100%	Эвриоксибионты, 100%
<i>Nuculana</i> sp.	16	1,6			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	23	10,8			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	1	0,3			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	11	4,4			
<i>Nucula</i> sp.	2	0,2			
Проба 28-1, объем 4,8 дм ³					
<i>Nucula</i> sp.	3	0,3	Зарывающиеся, 100%	Собирающие детритофаги, 100%	Эвриоксибионты, 100%
<i>Nuculana (s. s.)</i> sp.	20	1,4			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	10	5,9			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	6	1,6			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	7	3,2			

Мощность 4 см.

11. То же. В пробе объемом 4,3 дм³ окаменелостей не обнаружено. Мощности 3 см.

12. Алевролит худшей сортировки. Наряду с преобладающими зернами размером 0,05—0,1 мм довольно много и более мелких зерен. Цемент базальный, глинистый.

В пробе объемом 4,2 дм³ окаменелостей не найдено.

Мощность 3 см.

13. Алевролит несортированный. Преобладающие обломки имеют размеры 0,05 мм и менее, есть и до 0,1 мм. Цемент базальный, глинистый. Отмечается микрослоистость (доли миллиметра). Слойки несущественно отличаются друг от друга зернистостью. Некоторые микрослойки обогащены рудными минералами.

В пробе объемом 4,3 дм³ окаменелостей не найдено.

Мощность 4 см.

14. Аргиллит, участками лепешкообразных ограничений, карбонатный. В карбонатном аргиллите распределение глинистых и известковых компонентов микропятнистое. Примесь алевритовых зерен кварца и плагиоклаза. Кроме того, отмечаются нередкие зерна пирита неидiomорфных очертаний. Многие зерна имеют причудливую форму — палочек, гантелей, изогнутых нитей и, по-видимому, представляют собой пиритизированные остатки бесскелетной микроорганики. Пиритизированные компоненты иногда скапливаются гнездами.

В аргиллите отмечены сантиметровые прослоечки более грубого алевритового материала.

В пробе объемом $4,5 \text{ дм}^3$ окаменелостей не обнаружено.

Мощность 4 см.

15. Аргиллит однородный, мелкокорлуповатого сложения, с рассеянной мелко- и крупноалевритовой примесью. Среди алевритовых зерен — нечастый органический детрит, иногда пиритизированный.

В пробе объемом $4,3 \text{ дм}^3$ скелетных остатков животных не обнаружено. Найдены изогнутые трубочки диаметром 2—3 мм и длиной 1—2 см, заполненные железненным мелким песком, без стенок.

Мощность 3 см.

16. Аргиллит, аналогичный вышеописанному. В аргиллите — тонкие прослоечки (до 5—7 мм) алеврита крупнозернистого с примесью более мелких алевритовых зерен.

В пробе объемом $4,7 \text{ дм}^3$ окаменелостей не обнаружено.

Мощность 3 см.

Аргиллиты перекрыты песчаниками вышележащего ритма.

Ритм из интервала 46 разреза р. Горбуши имеет следующее строение (рис. 12).

На аргиллиты нижележащего ритма налегают конгломераты, почти нацело сложенные удлиненными аргиллитовыми гальками размером до 3—5 см по длинной оси, ориентированными по напластованию. Заполнитель между гальками — песок разнозернистый. Аргиллитовые гальки в породе резко преобладают. В 3—4 см от подошвы ритма аргиллитовые обломки составляют уже не более 50% породы, между ними — заполнитель базального типа — среднезернистый песок. Еще в 3—4 см выше доля аргиллитовых обломков в породе падает до 15—25%, они уже более или менее изометричны, имеют размеры 0,5—1 см. Далее они вовсе исчезают из породы, которая превращается в песчаник мелкозернистый, хорошо отсортированный, плитчатый, содержащий округлые и вытянутые песчано-карбонатные стяжения.

Мощность песчаника 40 см, выше он переходит в аргиллит однородный скорлуповато-концентрического сложения, достигающий мощности 5 см.

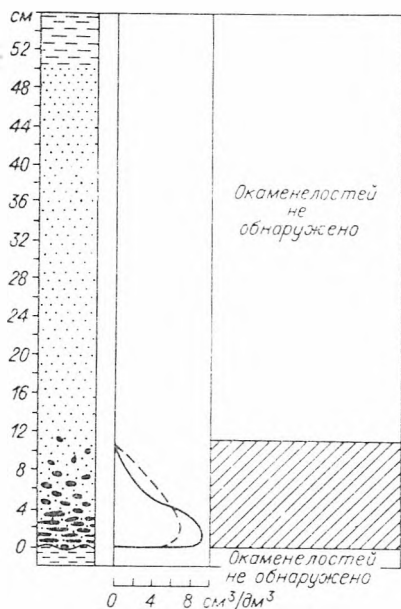


Рис. 12. Строение флишевого ритма из интервала 46 разреза р. Горбуши. Усл. обозн. см. рис. 10.

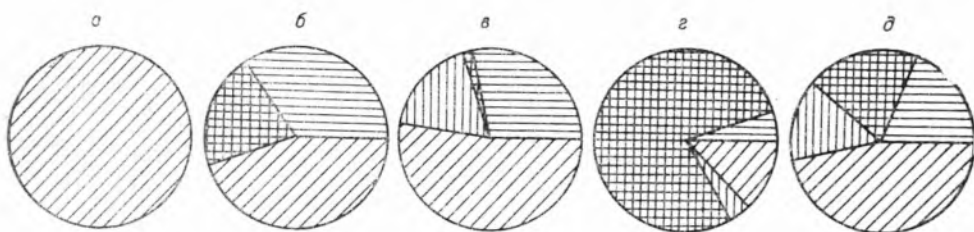


Рис. 13. Соотношения гидродинамических группировок в пробах: а — 46-1, 25-3, 28-1; б—52; в—70-1; г—17-1 с учетом *Lutraria*; д—17-1 без учета *Lutraria*. Усл. обозн. см. рис. 9.

В подошве ритма, содержащей крупные аргиллитовые обломки (галечной и гравийной размерности), присутствуют многочисленные остатки раковинного детрита и более цельных створок моллюсков обычного флишевого захоронения. Отсюда отобрана количественная проба (табл. 13). Интервал отбора 10 см.

Содержание окаменелостей $7,0 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,7%. Из 54 экземпляров двустворок лишь 3 с обеими сомкнутыми створками (5,5%). Соотношения гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4 = 0:0:0:100$ (рис. 13, а).

Непосредственно в обнажении отчетливо видно, как вместе с крупными обломками аргиллитов исчезают вверх по разрезу ритма и окаменелости. Песчаный и аргиллитовый слои окаменелостей не содержат.

В интервале 25 разреза р. Горбуши описан ритм следующего строения.

Гравелит, сцементированный карбонатом, с гравийными остроугольными обломками аргиллитов, с обильной битой ракушей и более редкими цельными остатками раковин (15 см), вверх по разрезу переходит в песчаник мелкозернистый, хорошо отсортированный, массивного сложения, с многочисленным обуглившимся растительным детритом

на плоскостях напластования (15 см). Песчаник, в свою очередь, переходит в аргиллит однородный, имеющий мощность 2 см.

Из нижних 7 см ритма отобрана количественная проба (табл. 13).

Содержание окаменелостей $3,7 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,37%. Из 76 раковин двустворок в пробе двустворчатых только 3, или 3,9%. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4 = 0:0:0:100$ (рис. 13, а).

Окаменелости исчезают из разреза ритма вместе с гравийными частицами. Песчаник и аргиллит окаменелостей не содержат.

Ритм с полностью идентичной характеристикой описан из интервала 28 разреза руч. Хваленского (рис. 14).

В основании ритма — гравелит, сцементированный карбонатом, с гравийными обломками аргиллитов, с би-

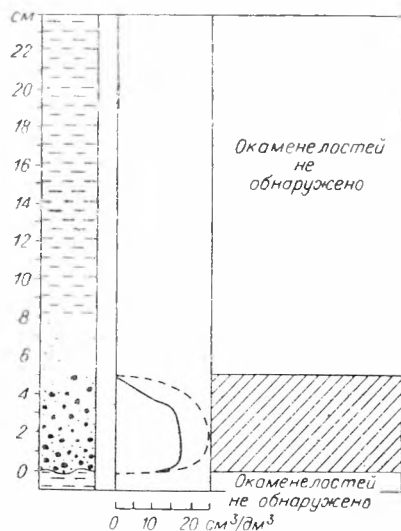


Рис. 14. Строение флишевого ритма из интервала 28 разреза руч. Хваленского. Усл. обозн. см. рис. 10.

той ракушей и остатками более сохранившихся раковин моллюсков. Мощность гравелита 4 см. Выше гравелита — песчаник мелкозернистый, хорошо отсортированный, без органических остатков — 4 см. Венчает ритм аргиллитовый слой мощностью 16 см, также не содержащий органических остатков.

По всей мощности гравелитового прослоя отобрана количественная проба (см. табл. 13).

Содержание окаменелостей $2,51 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или $0,25\%$. Среди 46 экземпляров двустворок в пробе нет ни одного с обеими створками. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $I:2:3:4=0:0:0:100$ (см. рис. 13,а). Все ископаемые сообщества I группы очень сходны между собой.

Количественные соотношения экологических группировок в рассмотренных сообществах одинаковы.

Среди пищевых группировок здесь преобладают представители детритофагов, количество которых всегда в несколько раз превышает количество фильтраторов (от 4,1 до 16,4 и более). Среди грунтовых группировок доминируют зарывающиеся формы, слагающие от 92,3 до 100% сообществ. Среди кислородных группировок почти исключительно развиты эвриоксибионтные формы (от 92,3 до 100%).

Во всех рассмотренных сообществах резко преобладает наиболее спокойноводная из гидродинамических группировок — зарывающиеся эвриоксибионтные собирающие детритофаги. В трех пробах из восьми эта группировка составляет 100% первичных консументов сообщества, в четырех пробах ее содержание превышает 90% и в одной равно 80%.

Качественно сообщества очень бедны и составлены особями 2—9 родов двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Представители других типов отсутствуют. Каждый род представлен, как правило, одним видом, редко — двумя. В то же время биоиндексы (отношение количества особей в пробе, из числа определяемых до вида, к числу видов,

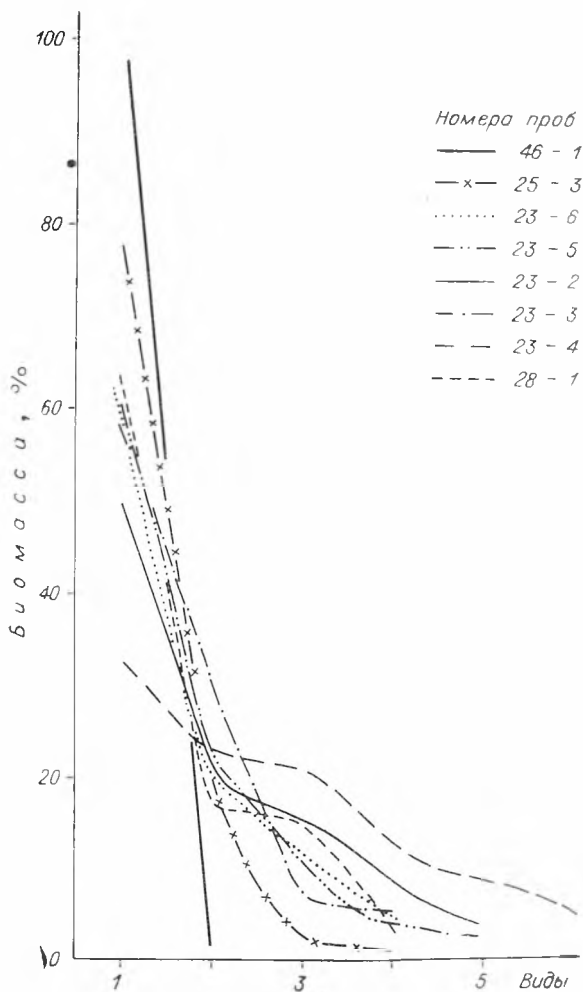


Рис. 15. Количественные соотношения отдельных видов в некоторых тафоценозах I группы.

установленных в пробе) относительно высоки и колеблются в пределах от 4,5 до 12,3, в основном превышая 7—8.

Среднее число особей каждого рода в пробах (отношение количества особей к количеству родов) 8,0—25,4, в основном более 15. Преобладающие виды в пробах представлены обычно большим числом экземпляров.

Индексы доминирования отдельных видов (по биомассе) колеблются от 50,6 до 98,3%, как правило, не падая ниже 58—60%. Лишь в одной из проб индекс доминирования преобладающего вида составляет 32,5%, что связано с попаданием в пробу одной раковины относительно крупной мидии. Этот экземпляр существенно изменяет количественное соотношение отдельных форм, которые без учета мидии были бы такими же, как и в других пробах.

Количественные соотношения видов подсчитывались для второго звена пищевой цепи ископаемых сообществ.

Индексы доминирования отдельных родов еще более высоки (66,3—100%); только в пробе, где обнаружена относительно крупная раковина мидии, индекс составляет 49,6%.

Кривые графика количественных соотношений отдельных видов (рис. 15) среди первичных консументов сообществ очень крутые и узкие. Ветвь от доминирующего до второго по биомассе вида обычно длинная и крутая. Третий и последующий виды уже меньше различаются по своей роли в сообществе, поэтому график на этом отрезке быстро выполаживается. Выположенный участок линии короток, располагается близко к оси абсцисс, что свидетельствует о малом числе второстепенных видов и их незначительной роли в сообществе.

Кривые графика количественных соотношений отдельных родов среди первичных консументов сообществ еще более узкие и крутые, чем предыдущие.

II группа сообществ

В эту группу входят сообщества со значительным содержанием фильтраторов, очень богатые и разнообразные систематически. Рассмотрим некоторые примеры.

В интервале 52 разреза руч. Хваленского описан ритм следующего строения.

В основании ритма — песчаник мелкозернистый со значительной примесью обломков аргиллитов гравийной и галечной размерности с большим количеством остатков донных беспозвоночных. Характер захоронения — обычный для флишевых ритмов. Мощность 8 см.

Выше залегает песчаник аналогичный, но без грубообломочной примеси и без окаменелостей (7 см), кроющийся в свою очередь аргиллитом однородным, неплотным, скорлуповато-концентрического сложения (18 см).

В основании ритма взята количественная проба с интервалом отбора 8 см (табл. 14).

Содержание окаменелостей $4,13 \text{ см}^3/\text{дм}^3$, или 0,41%. Из 37 раковин двустворок и брахиопод нет ни одной с обемни сохранившимися створками. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4 = 36,5:20,2:0:43,3$ (рис. 13, б).

Ритм из интервала 70 разреза р. Горбуши (рис. 16) имеет такое строение: на аргиллит подстилающего ритма налегает гравелит с отдельными гальками аргиллитов и песчаным заполнителем, с обломками раковин донных беспозвоночных, захороненных хаотично. Мощность 7 см.

Соотношение экологических группировок в пробе 52-1, объем 4,8 дм³

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду			
<i>Mytilus edulis</i> L. juv.	1	0,1	Прикрепляющиеся, 31,0%	Фильтраторы, 48,2%	Стенооксифобонты, 48,2%			
<i>Serpulidae</i>	1	0,5						
<i>Brachiopoda</i>	2	0,3						
<i>Balanus</i>	1	5,0						
<i>Bryozoa</i>	1	0,1						
<i>Siliqua</i> sp.	6	3,3	Зарывающиеся, 69,0%	Собирающие детритофаги, 36,3%	Эвриоксифобонты, 51,8%			
<i>Macoma</i> sp.	3	0,2						
<i>Nuculana alferovi</i> Slod.	7	0,3						
<i>Nuculana crassatelloides</i> Laut.	2	0,1						
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	3	2,1						
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	2	0,4						
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	7	3,9						
<i>Sipho</i> sp.	2	1,4				Плотоядные, 15,5%		
<i>Plicifusus</i> sp.	3	0,7						
<i>Psephaea</i> sp.	1	0,6						
<i>Dentalium</i> sp.	2	0,3						

Гравелит перекрыт песчаником мелкозернистым, хорошо сортированным, с лепешкообразными стяжениями того же песчаника, сцементированного карбонатом, и редкими остатками обуглившегося растительного детрита на плоскостях напластования. Мощность 12 см.

Венчает ритм аргиллит обычного облика: однородный, неплотный, скорлуповато-концентрического сложения на выветрелой поверхности.

Мощность 35 см. Окаменелости исчезают из разреза ритма вместе с грубообломочными компонентами.

В гравелитовом прослое по всей его мощности отобрана количественная проба (табл. 15).

Содержание окаменелостей 7,02 см³/дм³, или 0,7%. Из 35 экземпляров двустворок и брахиопод лишь 5 двустворчатых (14,3%). Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества 1:2:3:4=28,5:0,2:18,8:52,5 (рис. 13, в).

В интервале 17 разреза р. Горбуши описан пласт мощностью 9,5 м, в котором обломочный материал самой разной гранулометрии — от песка и алеврита до валунов размерами 10—15 см — образует беспорядочный навал. Иногда в этом пласте фиксируются линзы с более сортированным материалом — песчаники, гравелиты, линзы с большим, чем обычно, содержанием валунов, но такие линзы не выдержаны, не имеют четких очертаний,

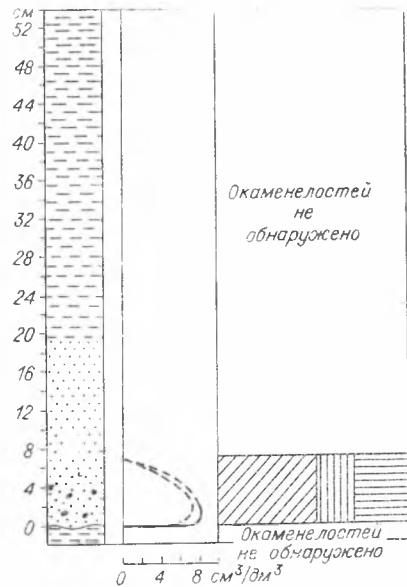


Рис. 16. Строение флишевого ритма из интервала 70 разреза р. Горбуши. Усл. обозн. см. рис. 10.

быстро выклиниваются. Большую часть грубообломочного материала составляют обломки местных аргиллитов, встречаются и обломки чуждых пород — эффузивов, кремней, кремнистых и хлоритизированных аргиллитов. В породе много остатков раковин донных беспозвоночных, лишь незначительная часть которых представлена более или менее цельными створками и раковинами.

В 3 м выше подошвы пласта взята количественная проба с интервалом отбора 15 см (табл. 16).

Содержание окаменелостей 18,0 (6,2) см³/дм³, или 1,8 (0,6%). Среди остатков двустворок и брахиопод двустворчатых экземпляров нет. Соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества 1:2:3:4 = 5,2(19,4):78,4(19,4):3,9(14,6):12,5(46,6) (рис. 13, г, д).

В пробе среди большого количества сравнительно мелких моллюсков (в основном не более 1 см³) обнаружена одна крупная *Lutraria* sp. объемом около 65 см³. Все цифровые показатели подсчитаны в двух вариантах: с учетом этой крупной особи и без ее учета (в скобках).

Количественные соотношения экологических группировок для сообществ II группы сильно отличаются от таковых для сообществ I группы. Фильтраторы здесь преобладают под собирающими детритофагами (в 1,2—1,3 раза) или лишь немного им ус-

Таблица 15

Соотношение экологических группировок в пробе 70-1, объем 4 дм³

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
<i>Mytilus edulis</i> L.	4	3,8	Прикрепляющиеся, 21,8%	Фильтраторы, 36,6%	Стенооксибионты, 28,2%
<i>Brachiopoda</i>	2	0,3			
<i>Eryozoa</i>	1	0,3			
<i>Pecten</i> sp. indet.	1	0,1	Свободно лежащие, 1,5%		
<i>Cardiidae</i>	1	1,2	Зарывающиеся, 76,7%	Собирающие детритофаги, 39,1%	Эвриоксибионты, 71,8%
<i>Thyasira</i> aff. <i>tigiliana</i> L. Krisht.	5	1,7			
<i>Macoma</i> sp.	2	0,2			
<i>Nucula</i> sp.	1	0,1			
<i>Nuculana alferovi</i> Slod.	2	0,2			
<i>Nuculana</i> cf. <i>tumiensis</i> Laut.	2	0,4			
<i>Nuculana</i> sp.	1	0,2			
<i>Nuculana schmidtii</i> L. Krisht.	1	0,1			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	3	2,7			
<i>Yoldia chehalisensis</i> Arn.	1	0,8			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp.	4	1,6			
<i>Y. (Portlandella)</i> sp. indet.	5	1,6			
<i>Dentalium</i> sp.	1	0,1	Плотноядные, 23,3%		
<i>Sipho</i> sp.	2	2,3			
<i>Polinices</i> sp.	5	2,3			
<i>Turritella</i> sp.	2	0,2	Свободно лежащие	Растительноядные, 1,0%	

Соотношение экологических группировок в пробе 17-1, объем 5,5 дм³

Форма	Число экз.	Объем, см ³	Отношение к грунту	Отношение к пище	Отношение к кислороду
<i>Balanus</i> sp.	5	2,78	Прикрепляющиеся, 4,7 (13,5)%	Фильтраторы, 78,4 (37,3) %	Стенооксифонты, 74,9 (27,0) %
<i>Brachiopoda</i>	5	1,70			
<i>Bryozoa</i>	1	0,02			
<i>Cardita</i> sp.	1	0,37	Свободно лежащие, 0,7 (1,9)%		
<i>Lutraria</i> sp.	2	69,10	Зарывающиеся		
<i>Thyasira</i> sp.	5	3,20			Эвриоксифонты, 25,1 (73,0) %
<i>Palliolum?</i> sp.	1	0,27	Свободно лежащие		
<i>Macoma</i> sp.	2	0,33	Зарывающиеся, 94,6 (84,6) %	Собирающие детритофаги, 11,11 (32,3) %	
<i>Nuculana crassatelloides</i> Laut.	12	1,66			
<i>Nuculana (Sacella)</i> sp.	2	0,22			
<i>Nuculana</i> sp.	3	0,27			
<i>Yoldia nitida</i> Slod.	7	7,20			
<i>Yoldia</i> cf. <i>nitida</i> Slod.	1	0,16			
<i>Yoldia</i> sp.	3	0,91			
<i>Nuculanidae</i>	2	0,23			
<i>Buccinidae</i>	5	2,74		Плотоядные 10,5 (30,4) %	
<i>Naticidae</i>	2	0,29			
<i>Plicifusus</i> sp.	6	1,67			
<i>Sipho</i> sp.	3	5,53			

тупают (биомасса фильтраторов составляет 0,93 биомассы собирающих детритофагов).

Среди грунтовых группировок доминируют зарывающиеся формы (69—84% по биомассе), в то же время отмечено постоянное нахождение прикрепляющихся форм (13—31%).

Среди кислородных группировок значительно содержание стенооксифонтных форм, не способных переносить дефицит кислорода (24—84%).

Резкого доминирования какой-либо из гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества не отмечается. Наряду со спокойноводными формами обильно представлены также реофильные животные.

Качественно сообщества очень богаты и разнообразны; каждое составлено представителями 13—14 родов, относящихся к семи классам пяти типов животных.

Биоиндексы очень низки (2,5—4,0). Среднее число особей каждого рода также невысоко (3,1—5,2). Все виды и роды представлены небольшим числом экземпляров.

Индексы доминирования преобладающих видов также низки (31,7—40,3%). Индексы доминирования преобладающих родов 35,2—43,4.

Кривые графика количественных соотношений отдельных видов (рис. 17) среди первичных консументов сообщества пологие, растянутые. Все виды нерезко различаются по своей количественной роли в сообществе.

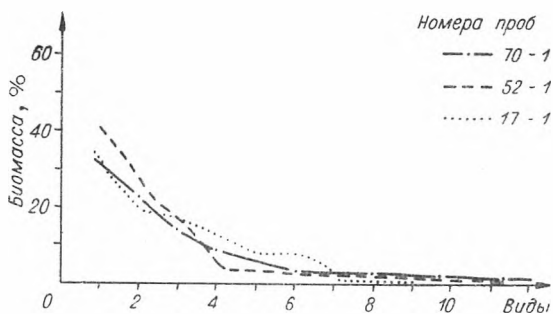


Рис. 17. Количественные соотношения отдельных видов в некоторых тафоценозах II группы.

щества с низкими биоиндексами и нерезким различием отдельных форм и экологических группировок по их количественной роли в сообществе.

Условия обитания сообществ I группы

Скелетные остатки всех сообществ флишевых ритмов находятся в снесенном состоянии. Поэтому, прежде чем приступить к интерпретации физико-географических условий палеобиотопов, необходимо установить, смешаны ли в тафоценозах органические остатки нескольких биоценозов или такого смешения не происходило.

Анализ количественных соотношений отдельных форм или экологических группировок в ископаемых сообществах дает однозначный ответ на этот вопрос.

Для населения одного биоценоза или одной биологической зоны, как это можно видеть по современному материалу, характерно господство одного вида или биологической группировки с индексами доминирования соответственно около 82% (среднее по Баренцеву морю; по Турпаевой, 1957) и 55—80% (Охотское море; по Савилову, 1961).

При смешении населения нескольких биоценозов или биологических зон индексы доминирования видов и биологических группировок могут только понижаться. Высокие индексы доминирования говорят, следовательно, либо об отсутствии смешения, либо о разбавлении населения одной биологической зоны или одного биоценоза незначительным количеством населения другой биологической зоны или другого биоценоза. Это разбавление не приводило к заметному искажению количественных соотношений первого биоценоза или биологической зоны, оно не скажется существенно и на точности интерпретации физико-географических условий, поэтому им можно пренебречь.

При смешении населения различных биоценозов и биологических зон изменяются и другие количественные характеристики. Так, разнообразие сообщества (число видов, родов, семейств и т. д.) может только возрастать, биоиндекс и среднее число особей каждого рода должны снижаться. Соответствующее искажение (снижение, выполаживание, удлинение) претерпят и кривые графика количественных соотношений отдельных видов и родов сообщества.

Суммируя, можно сказать, что высокие индексы доминирования отдельных видов и биологических группировок, высокие биоиндексы, систематическое однообразие сообществ, узкие и крутые кривые графика количественных соотношений в сообществе свидетельствуют об отсутствии смешения в тафоценозе органических остатков различных древних биоценозов.

Нетрудно заметить, что почти все характеристики сообществ I и II групп взаимно противоположны — если первая группа представлена систематически бедными сообществами с высокими биоиндексами, резким доминированием отдельных форм и экологических группировок, то вторая группа объединяет систематически богатые сообще-

Характеристики противоположного свойства (низкие индексы доминирования, низкие биоиндексы, систематическое разнообразие, низкие, пологие, длинные кривые графиков) не позволяют делать таких выводов. В этом случае мы имеем дело со смесью нескольких бедных биоценозов или с одним богатым и разнообразным. Для выяснения этого приходится полагаться только на качественные экологические характеристики, в основном на отсутствие или наличие «запретных ассоциаций», а также на тафономические характеристики.

Переходя к анализу сообществ I группы, отметим, что они обладают всеми признаками, позволяющими говорить об отсутствии смещения: высокими индексами доминирования отдельных видов и биологических группировок; высокими биоиндексами, систематическим разнообразием, узкими и крутыми кривыми графиков количественных соотношений отдельных видов.

Можно утверждать, следовательно, что в каждом тафоценозе этой группы присутствуют органические остатки только одного биоценоза. Каждое сообщество позволяет восстановить палеобиотоп. Палеобиотопы сообществ I группы сходны, как и сами сообщества.

Во всех сообществах среди грунтовых группировок доминируют зарывающиеся иллюбивые формы — иольдии, нукуланы, нукулы, тиазир и др. Подобный грунтовой спектр сообществ позволяет восстановить грунты палеобиотопов как мягкие, по гранулометрическому составу илистые или песчаные, скорее мелкопесчаные.

Среди пищевых группировок во всех сообществах преобладают представители собирающих детритофагов, количество которых всегда в несколько раз превышает количество фильтраторов. Следовательно, в палеобиотопах сообществ содержание пищи, лежащей на поверхности грунта, резко превышало содержание ее во взвеси.

Среди кислородных группировок всех сообществ почти исключительно развиты эвриоксибионтные формы, способные существовать при дефиците кислорода в придонных водах.

Преобладающие экологические группировки указывают, таким образом, на очень спокойный, застойный динамический режим придонных вод. Подчиненные экологические группировки также представлены формами, позволяющими говорить о застойном гидродинамическом режиме.

Среди фильтраторов во всех сообществах преобладают тиазир. Этот род, как известно, достигает наибольшего количественного развития именно в спокойных, даже застойных условиях, ассоциируя в подобных биотопах с собирающими детритофагами. Такие ассоциации неоднократно отмечались как для современных донных биоценозов, так и для ископаемых сообществ (Мерклин, 1950; Багдасарян и др., 1966; Дерюгин, 1915).

Другие фильтраторы, представленные в анализируемых сообществах, — мидии и брахиоподы, являются одновременно и единственными представителями стенооксибионтных и прикрепляющихся форм. Это единичные, мелкие, недоразвитые особи, что прямо указывает на неблагоприятные пищевые, грунтовые и газовые условия палеобиотопов. Эти формы, занесенные в изучаемые палеобиотопы в виде планктонных личинок, погибали еще на стадии молодки из-за недостатка кислорода, пищи, отсутствия подходящего субстрата для прикрепления.

О гидродинамическом режиме очень низкой активности говорит и резкое преобладание наиболее спокойноводной из всех гидродинамических группировок — зарывающихся эвриоксибионтных собирающих детритофагов.

Все сообщества очень бедны видами, в то же время каждый вид представлен большим числом отдельных особей, доминирующие же виды особенно многочисленны. Согласно правилу Тинемана, чем больше условия жизни в биотопе отклоняются от нормальных и оптимальных для большинства организмов, тем беднее видами становится биоценоз и тем богаче индивидуумами делаются отдельные виды. В данном случае мы, несомненно, имеем дело с аномальными условиями в биотопе.

Аномально высокие индексы доминирования отдельных видов и экологических группировок также говорят о неблагоприятных для большинства донных беспозвоночных условиях среды.

Анализ графиков количественных соотношений отдельных видов в сообществах показывает, что после доминирующего вида, относящегося к группировке собирающих детритофагов, второе место занимает вид той же группировки, на третьем чаще всего стоит также какой-либо собирающий детритофаг.

По Е. П. Турпаевой (1957), в биотопах с нормальными условиями среды обычно наблюдается чередование: если первый по биомассе вид принадлежит к одной из пищевых группировок, то второй является представителем другой группировки, а третий относится либо к третьей группировке, либо к одной из двух первых. В. П. Воробьев (1949) установил аналогичное правило чередования для грунтовых группировок.

Если же в биоценозе несколько первых по биомассе видов относятся к одной пищевой группировке (грунтовой), то здесь мы имеем дело со специализированным биотопом.

Следовательно, и анализ графика количественных соотношений видов по биомассе приводит к выводу об отклоняющихся от нормы условиях среды. Судя по развитию в сообществах одних эвриксибионтов, отклонялись от нормы именно газовые условия.

Застойный гидродинамический режим придонных вод, отсутствие течений над изученными палеобиотопами подтверждаются также данными, полученными для современных сообществ аналогичного экологического облика и близкого таксономического состава.

Псевдоабиссаль Белого моря, характеризующаяся очень спокойным гидродинамическим режимом, заселена массовыми количествами *Portlandia arctica* (Möller) и *Nuculana pernula* (Müll.), вместе с которыми живут *Thyasira flexuosa* var. *gouldi* (Phil.), букциниды и некоторые другие моллюски (Дерюгин, 1928).

В застойных водах Охотского моря у берегов Западной Камчатки в числе наиболее характерных форм — *Yoldia thraciaeformis* (Stor.), *Yoldia* ex gr. *friqida* Torell., *Yoldia* sp., *Nuculana* sp. sp., *Nucula tenuis* var. *expansa* Reeve, *Acila mirabilis* (Ad. et Reev.), *Thyasira* sp. (Гордеева, 1948).

На шельфе восточной части Берингова моря наиболее массовые скопления палеотаксонот приурочены к районам слабых течений, которые не могут переносить даже частицы размером 0,05—0,01 мм и менее 0,01 (Нейман, 1963).

Механизм образования флишевых ритмов

Как следует из вышесказанного, над участками обитания сообществ с резким преобладанием палеотаксонот не могло быть постоянных течений, способных переносить довольно тяжелые раковины этих моллюсков, к тому же всегда остающиеся полузакопанными в грунт. Об этом же говорит Р. Л. Мерклин: «Более или менее массовое нахождение их (*Nuculana*.— Ю. С.) в осадке почти с несомненностью говорит об их

захоронении на месте прижизненного обитания» (Мерклин, 1950, стр. 9). Эти слова, как мы видели, могут быть отнесены ко всем другим палеотаксодам, а также к группировкам описанного экологического облика. Однако все скопления раковин во флишевых ритмах находятся явно в снесенном состоянии — створки разрознены, обломаны, потерты, заключены в не свойственную для таких комплексов породу — гравелиты, конгломераты, обычно с битым ракушняком.

Налицо противоречие: с одной стороны, поселения с преобладанием палеотаксода не могли обитать в условиях даже очень слабых течений, с другой — скопления палеотаксода явно перенесены течениями, способными перенести не только их раковины, но и гравийные и галечные обломки, иногда довольно крупные — до 3—5 см.

К противоречивым выводам приводит также анализ некоторых других фактов.

1. В интервале 25 горбушинского разреза во флишевой пачке найден песчанник с примесью грубого материала, в котором содержание ракуши *Yoldia* и *Nuculana* составляет десятки процентов. Если учесть, что у польдий и нукулан объем раковинного вещества занимает очень малую часть объема цельного моллюска, то при пересчете содержания ракуши на содержание цельных раковин (с учетом объема, заполненного мягким телом) получается цифра, превышающая 100%. Такое скопление образоваться при нормальном осадкообразовании не может. В связи с тем, что польдии усваивают пищу только из осевшей взвеси, их объемное содержание в грунте лимитируется содержанием органики в осевшей взвеси. Принимая завышенными процент органики (20) и кормовой коэффициент (прирост веса тела на единицу потребленной пищи 0,2—0,5), получаем, что максимально возможное объемное содержание иольдий и нукулан в грунте не может быть выше 4—10%.

2. При анализе ритма из интервала 23 разреза р. Горбуши (рис. 10) фиксируется отчетливое изменение содержания окаменелостей в породе, параллельное изменению гранулометрии — снижению содержания фракции >1 мм. Обе характеристики позволяют восстановить уменьшение гидродинамической активности при последовательном отложении интервалов 2—7 флишевого ритма. В то же время экологический облик ископаемых сообществ, найденных в этих интервалах, не позволяет говорить о каком-либо закономерном направленном изменении гидродинамических характеристик.

Подобное же несоответствие — изменение гранулометрии обломочных пород вверх по разрезу ритма и неизменность экологических (гидродинамических) характеристик сообществ — было неоднократно отмечено и в других ритмах.

Выход из этих противоречий может быть только один — течения, сформировавшие флишевый ритм и захоронившие моллюсков, не были постоянными. Больше того, можно даже сказать, что они происходили не чаще, чем один раз в 5—10 лет, так как снесены были поселения моллюсков с нормальным возрастным спектром, с большим количеством взрослых особей нормальных размеров, для достижения которых двустворкам нужно обычно не менее 5—10 лет. В промежутке времени между этими течениями в биотопах господствовали условия застойного гидродинамического режима.

Из известных в настоящее время типов течений таким может быть только один — спазматические мутьевые потоки, происходящие крайне редко, захватывающие обширные пространства с самым различным в обычное время гидродинамическим режимом, в том числе и застойным. Именно с таким механизмом связывают сейчас и происхождение рит-

мичной слоистости флиша (Хворова, 1958, 1961; Менард, 1966; Петелин, 1961, и др.).

Н. Б. Вассоевич (1951) объясняет образование скоплений окаменелостей во флишевых ритмах переотложением их из подстилающих отложений. Однако как в отложениях, непосредственно подстилающих ритм, так и залегающих ниже, не обнаруживается фауны *in situ*. Вся флишевая толща нацело лишена (за редкими исключениями, о которых еще пойдет речь) «собственных», непереотложенных окаменелостей. Поэтому переотложение окаменелостей из пород флишевой толщи исключается. Образование скоплений за счет переыва аргиллитовых горизонтов также невозможно, поскольку систематический состав сообществ этих горизонтов совершенно иной, а образование за счет переыва из подстилающих отложений опровергается отсутствием смещения в одном тафоценозе населения разных биоценозов.

То, что во флишевых ритмах нет «собственных» окаменелостей, может быть объяснено только с позиции гипотезы о мутьевых потоках. В зернистых членах ритмов и части пелитовых прослоев, отложенных мутьевыми потоками, не могло быть остатков животных, живших во время их формирования. При очень больших скоростях отложения материала из мутьевых потоков животные не успевали не только развиваться, но даже заселять дно.

Если же встать на позиции образования флишевых ритмов в результате трансгрессий бассейна флишенакпления, то отсутствие окаменелостей, по крайней мере в зернистых членах ритмов, непонятно. Бассейн флишенакпления имел нормальную соленость, температуру, позволяющую развиваться многим группам бентоса. Гидродинамический режим и контролируемые им газовые, пищевые, грунтовые условия были самыми разнообразными и на большем диапазоне своего спектра благоприятными для развития разнообразного бентоса. Гидрохимический режим также не выходил за пределы, ограничивающие развитие жизни, — в составе аутигенных минералов отсутствуют какие бы то ни было индикаторы аномальной гидрохимии. Уничтожение скелетных остатков в процессе диагенеза исключается, так как переотложенные остатки хорошо сохранились.

Интересен с точки зрения генезиса флиша контакт флишевой толщи с аргиллитовыми горизонтами (рис. 18).

В нижнем течении р. Горбуши на верхний аргиллитовый горизонт с иольдиями и нукуланами налегает флишевая пачка (рис. 18) следующего строения (снизу вверх. Приводится описание западной части обнажения).

1. Ритм, состоящий из песчаника с примесью аргиллитовых галек, обломков раковин моллюсков, — 15 см; песчаника мелкозернистого, хорошо отсортированного, — 8 см; аргиллита — 10 см.

2. Ритм с постепенным переходом от песчаника среднезернистого — 18 см к аргиллиту — 20 см.

3. Линза конгломерата — 30 см.

4. Аргиллит — 180 см.

5. Ритм с постепенным переходом от конгломерата — 18 см к песчанику среднезернистому — 13 см и аргиллиту — 12 см.

6, 7. Аргиллит с линзами конгломерата — 50 см.

8—11. Песчано-аргиллитовые ритмы обычного облика, с постепенным переходом от среднезернистого песчаника к аргиллиту. Общая мощность — 113 см.

12. Выше описанного фрагмента разреза залегает мощная толща флиша с отдельными аргиллитовыми пачками мощностью до 10—12 м.

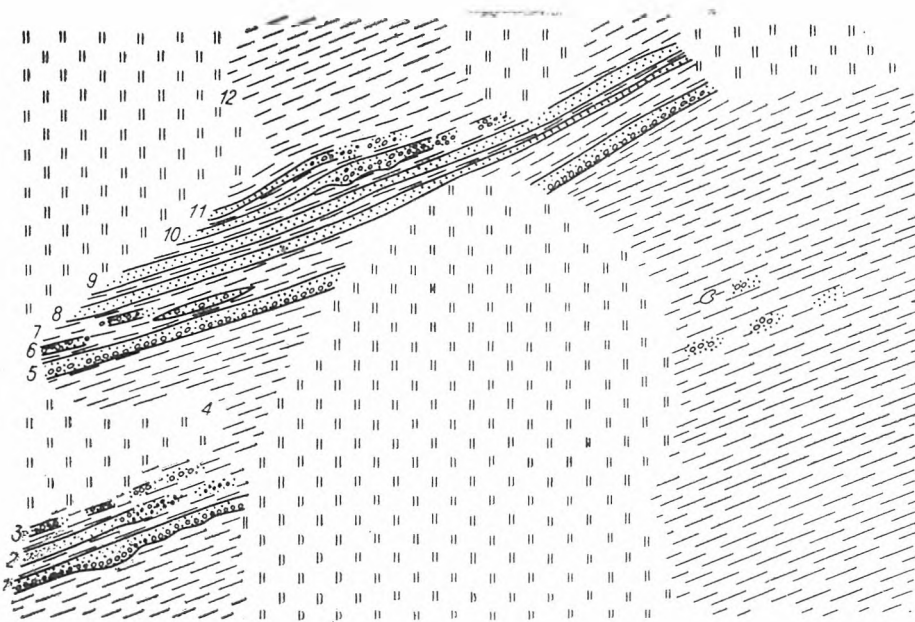


Рис. 18. Характер контакта флишевой толщи и аргиллитового горизонта с нольдями и нукуланами.

Непосредственно в обнажении видно (рис. 18), как к востоку песчаные части ритмов 2, 10, 11 сначала немного уменьшаются в мощности, затем быстро (на протяжении 20—50 см), но постепенно замещаются несортированными конгломератами, состоящими в основном из аргиллитовых галек, а также обломков чуждых пород, не принадлежащих усть-камчатской серии, раковин моллюсков, растительного мусора. В конгломератах большая примесь материала гравийной и песчаной фракции. Замещение происходит сразу по всей мощности пласта не через постепенное укрупнение обломочного материала, а путем появления отдельных галек в песчаном пласте и быстрого увеличения их содержания. В 2—3 м восточнее конгломераты переходят в цепочку линз сгруженного несортированного гравийно-галечного материала среди аргиллита. Еще в 5—6 м восточнее исчезают и эти линзы, остается лишь массивный аргиллит.

Линзы конгломератов 3, 6, 7 в пределах обнажения также совершенно выклиниваются. Замещение и выклинивание песчаной части ритма 1 происходит, видимо, в пределах задернованного участка. Ритмы 5, 8, 9 в пределах обнажения лишь уменьшаются в мощности (в 1,5—2 раза), оставаясь литологически неизменными.

В полуметре под подошвой ритма 1 отобрана количественная проба 7-2 объемом 5,6 дм³. В ней установлены 5 *Yoldia* sp. indet., 3 *Yoldia chehalisensis* Agn. Из 8 пеллеципод 4 представлены двустворчатыми особями; одна из них с разомкнутыми и лежащими рядом створками. Содержание окаменелостей 0,62 см³/дм³, или 0,06%.

Из аргиллитового пласта 4 в 1 м выше подошвы отобрана количественная проба 8-5 объемом 4,7 дм³. В ней установлены 2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1 *Nuculana (Sacella?)* sp. indet., 1 неопределимая гастропода. Содержание окаменелостей 0,16 см³/дм³, или 0,016%. Особей с обеими сохранившимися створками нет.

В той части ритма 2, где он уже теряет ритмичное строение и пре-

вращается в цепочку линз конгломерата среди аргиллитов, отобрана количественная проба 8-3 объемом 4,6 дм³. В ней установлены 6 *Nuculana alferovi* Slod., 4 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2 *Nuculana* (s. s.?) sp. indet., 1 *Sipho* sp. indet., 1 *Plicifusus* sp. indet., 1 неопределимая *Gastropoda*. Содержание окаменелостей 2,27 см³/дм³, или 0,23%. Из 8 пелеципод лишь одна представлена особью с обеими сохранившимися створками. В грубозернистых частях ритмов из описанной пачки были взяты другие пробы. Все они либо имеют идентичную экологическую и тафономическую характеристику, либо более бедны.

Образование этого фрагмента флишевой толщи может быть интерпретировано следующим образом.

Аргиллитовые пачки — залегающая под ритмом 1 пачка 4, пачка 12 формировались путем нормального осадконакопления из пелагической взвеси, в зоне спокойной гидродинамики и мягких грунтов. Такие условия позволяют восстановить литология аргиллитовых пачек, экологический и тафономический облик сообществ. В этой зоне начинался процесс разгрузки мутьевых потоков от обломочного материала. Мутьевые потоки приходили с востока. Начало разгрузки фиксируется головной частью флишевого ритма — тем его интервалом, где он по всей мощности переходит в конгломерат или гравелит. Далее к западу на большом протяжении продолжалась разгрузка мутьевого потока от остального обломочного материала.

В то же время описанный фрагмент разреза вообще не поддается интерпретации с позиции гипотезы образования флишевых ритмов путем трансгрессий. Конгломераты, согласно этой гипотезе, должны интерпретироваться как показатель зоны бурной гидродинамики и прибрежных мелководий.

Некоторые общие черты палеогеографии бассейна флишенакпления

Пути транспортировки обломочного материала. Источником терригенного материала служила область развития отложений березовоярской серии. Эта область располагается сейчас восточнее выходов устькамчатской серии — между поселками Горбушей и Хваленкой, где эти отложения были изучены нами (Храмов, Салин, 1966), а также на значительной территории полуострова Камчатского мыса, согласно данным геологической съемки М. Ю. Хотина.

Своего рода индикатором источника сноса может служить присутствие в шлифах, часто в значительном количестве, обломков, характерных хлоритизированных пород березовоярской серии — кремнистых и глинистых, с ярким зеленым или желто-зеленым крупноволокнистым хлоритом, нередко ооидного сложения. Кроме того, обнаружена галька гипербазита. Интрузии ультраосновных пород допалеогенового или раннепалеогенового возраста широко развиты на полуострове Камчатского мыса.

Терригенный материал транспортировался из источника сноса сначала обычным путем — реками и постоянными морскими течениями, затем, после более или менее длительного нахождения на каком-то участке морского дна, увлекался мутьевыми потоками на абиссальные глубины в литотопы флишевой толщи, где и захоронялся окончательно.

Подтверждением ориентации сноса с востока на запад могут служить также характер и направление выклинивания флишевых ритмов. Характер выклинивания флишевых ритмов, описанный выше, является типичным для флишевой толщи и отмечался неоднократно в различных

ее слоях и горизонтах. Линзы гравийно-галечного материала в тех случаях, когда их удавалось проследить на некотором расстоянии, замещались в направлении к западу песчано-аргиллитовыми ритмами. Это позволяет считать их продуктами мутьевых потоков, даже если переходы их в латеральном направлении во флишевые ритмы не установлены.

Мутьевые потоки, сформировавшие ритмы с сообществами I группы, начинались, как было установлено, в зоне спокойного гидродинамического режима. В обстановке открытого океанического бассейна или бассейна, широко с ним сообщающегося, такие условия могли существовать только в нижних этажах сублиторали или глубже. Эти данные подтверждаются холодноводным обликом сообществ при одновременном существовании в бассейне тепловодной фауны (пектены, устрицы, мидии из подрода *Mytiloconcha*). В современных бассейнах, с которыми реконструируемый бассейн сходен по своему палеогеографическому и палеотектоническому положению (северо-западная часть Тихого океана, южная часть Охотского моря, юго-западная часть Берингова моря), сообщества того же экологического облика и близкого систематического состава обитают на больших глубинах — в нижних отделах сублиторали и глубже.

Изученные палеобиотопы, судя по глубине, размещались вблизи нижней кромки шельфа либо ниже ее, в верхней части материкового склона, так как наличие широкого переуглубленного шельфа типа баренцево-морской платформы в подобной палеотектонической обстановке (соседство с миоценовой островной анавайской вулканической дугой; Салин, 1964) маловероятно. Кроме того, мутьевые потоки могли происходить исключительно на участках морского дна с крутыми уклонами, а крутые уклоны дна в подобной палеотектонической обстановке также могли принадлежать только материковому склону.

Мутьевые потоки, зародившиеся в глубоководных зонах преобладания собирающих детритофагов, на своем дальнейшем пути встречали лишь биоценозы с разреженным населением и малыми биомассами, почти не отражавшимися на количественных соотношениях зоны собирающих детритофагов. Кроме того, в этих биоценозах были развиты, вероятно, преимущественно бесскелетные илоядные формы.

Сложнее установить зоны зарождения мутьевых потоков, сформировавших ритмы с тафоценозами II группы. Количественные показатели тафоценозов этой группы не позволяют говорить об отсутствии смешения. Больше того, незакономерные ассоциации реофильных и застойноводных форм прямо свидетельствуют о том, что в каждом тафоценозе этой группы смешаны органические остатки разных биоценозов. Очевидно, мутьевые потоки, сформировавшие ритмы с подобными тафоценозами, пересекали на своем пути несколько зон и смешивали их население.

Однако и в этих неоднородных по происхождению скоплениях можно найти закономерные соотношения. Так, индекс преобладания реофильных форм при перемешивании реофильного сообщества с материалом из зон более спокойного гидродинамического режима мог только снижаться. В то же время процент форм, для которых благоприятен спокойный гидродинамический режим и которые в первоначальном сообществе присутствовали в качестве второстепенной примеси (например, иольдии и нукуланы в анализируемом сообществе), мог только повышаться. Можно утверждать, что в зоне зарождения мутьевого потока гидродинамический режим был более активным, чем восстановленный по количественным соотношениям экологических группировок в образовавшемся скоплении.

Таким образом, мутьевые потоки, сформировавшие рассмотренные ритмы, начинались в зоне гидродинамического режима высокой актив-

ности на меньшей глубине, чем потоки, сформировавшие ритмы с тафоценозами I группы.

Грубообломочный материал, с которым ассоциируют скопления окаменелостей в пластах, образовался благодаря размывающей деятельности потока. В этом убеждает литологический состав материала, представленного преимущественно обломками аргиллитов усть-камчатской серии.

Область разгрузки мутьевых потоков. Разгрузка потоков от захваченного материала могла происходить только на участках выполаживания морского дна, т. е. у подножия материкового склона, на дне глубоководных котловин типа современной Курило-Камчатской впадины, или же на выположенных широких площадках-террасах материкового склона типа террасы, расположенной на склоне Алеутского желоба южнее островов Крысыих (Удинцев, Бойченко, Канаев, 1959). Глубины литотопов в любом случае должны были составлять несколько километров.

Восстановить физико-географические условия области разгрузки могли бы помочь «собственные» осадки, сформировавшиеся в этих участках из пелагической взвеси, и «собственная», непереотложенная фауна этих палеобиотопов. Однако «собственные» осадки должны были иметь тонкий гранулометрический состав, такой же, как и осадки, выпавшие в последнюю очередь при затухании мутьевого потока.

В поясах современного и древнего карбонатакопления «собственные» осадки глубоководных литотопов и пелитовые отложения, принесенные мутьевым потоком, часто различаются. Первые представлены бескарбонатными глинами, вторые — карбонатными прослоями (Юинг, Хизен, 1957; Эриксон и др., 1957; Вассоевич, 1947, 1961, 1960, 1962, и др.). На участках зарождения мутьевых потоков, сформировавших усть-камчатский флиш, карбонатакопления не происходило, различить среди осадков тонкой гранулометрии два генетических типа затруднительно.

«Собственная» фауна рассматриваемых палеобиотопов может присутствовать и в осадках, отложенных мутьевыми потоками. Примеры проникновения зарывающихся животных в осадки с градиционной слоистостью на глубину до 20 см приводят Д. Б. Эриксон и др. (1957). Поэтому не обязательно точное установление генетического типа пелитового осадка для доказательства принадлежности остатков зарывающихся животных или следов их жизнедеятельности палеобиотопу области разгрузки.

О «собственной» фауне флишевой толщи усть-камчатской серии надо сказать прежде всего, что она крайне бедна. Здесь, за исключением нескольких месторождений в низах толщи, совершенно нет скелетных остатков животных. Часто встречаются, иногда в значительных количествах, ходы червей-илоедов. Ходы заполнены осадком, отличным от вмещающей породы, например песком среди глины, что свидетельствует о том, что илоед принес этот материал из другого слоя. Чаще всего в ходах находится та же порода, поэтому они лишь незначительно выделяются на фоне образца. Но, очевидно, еще чаще заполнение полностью идентично вмещающей породе, в результате чего видимые ходы червей-илоедов составляют, скорее всего, лишь незначительную часть всех имеющихся.

Обилие следов жизнедеятельности бесскелетных илоедов при полном отсутствии скелетных остатков животных в глубоководных осадках может быть объяснено двояко. Во-первых, биоценозы «собственных» организмов флишевой котловины могли состоять нацело или почти нацело из бесскелетных форм. В современных морях биоценозы бесскелетных

форм, например полихет, особенно характерны для застойноводных абиссальных биотопов. На максимальных глубинах Кроноцкого залива, на дне его южного и северного подводных каньонов развит глубоководный биоценоз полихет *Rhodine gracilior*, *Pista vinogradovi*, *Terebellides stroemi* и др. (Кузнецов, 1963). По Л. А. Зенкевичу и З. А. Филатовой (1958), полихеты являются ведущей группой в фауне абиссали северо-западной части Тихого океана.

Кроме того, на захоронение органических остатков, безусловно, сильно влиял посмертный гидрохимический отбор, растворение карбонатных частей скелета в холодных глубинных водах, агрессивных к карбонату.

По аргиллитовым пачкам нижней части флишевой толщи можно восстановить постепенный переход от относительно глубоководных палеобиотопов палеотаксонот к еще более глубоководным палеобиотопам бескелетных форм.

В аргиллитовых пачках было отобрано несколько проб: в полуметре ниже подошвы флишевой толщи (проба 7-2, стр. 93), в 2 м выше подошвы флишевой толщи (проба 8-5, стр. 93), в 13 м выше подошвы флишевой толщи (проба 9-1 объемом 4,7 дм³) 3 *Yoldia (Portlandella) sp. indet.*, 1 *Yoldia chehalisensis* Arn., 1 *Yoldia sp. indet.* Содержание окаменелостей в этой пробе 0,16 см³/дм³. Из пяти двустворок две представлены особями с обеими сохранившимися створками. Экологический и тафономический облик всех трех проб, несмотря на ограниченность материала, довольно определенно свидетельствует о спокойном, застойном гидродинамическом режиме. Содержания окаменелостей вверх по разрезу последовательно снижаются.

В аргиллитовых пластах в 38 и 50 м выше подошвы флишевой толщи также были отобраны количественные пробы, в которых обнаружены единичные экземпляры моллюсков: *Crenella?* sp. indet. (в первой из проб) и *Yoldia sp. indet.* (во второй пробе). Содержание окаменелостей соответственно 0,019 и 0,067 см³/дм³. Оба рода моллюсков принадлежат к числу имеющихся очень широкий батиметрический диапазон.

В пробах из аргиллитов вышележащих частей флишевой толщи окаменелостей не встречено; здесь становятся частыми находки следов жизнедеятельности червей-илоедов.

Подобный же характер перехода от аргиллитов верхнего аргиллитового горизонта к аргиллитам флишевой толщи описан и на руч. Хваленском. Из всех аргиллитовых пластов и пачек флишевой толщи окаменелости найдены здесь только в пачках, лежащих в основании толщи (при этом не учтены находки разрозненных крупных моллюсков, о которых см. ниже).

Соленость бассейна флишенакпления — нормальная морская. Решение этого вопроса вполне однозначно и не требует применения количественной методики. Донное население бассейна было очень разнообразным и включало в себя массу таксонов, современные представители которых являются стеногалинными морскими животными, — иглокожих (офиур, ежей, морских звезд), брахиопод, кораллов, многочисленных стеногалинных двустворок — иольдий (портланделл и кнестериумов), кардит, куспидарий, маллетий, паллиолумов, солемий и др., а также стеногалинных брюхоногих.

Во многих сообществах стеногалинные формы преобладают. О нормальной солености бассейна говорят и его широкие связи с открытым океаническим бассейном.

Так же однозначно решается вопрос о **температурах бассейна**. Палеобиотопы ископаемых сообществ имели низкие температуры субарк-

тических вод (в понимании К. М. Дерюгина, 1915). Большинство сообществ слагают палеотаксоноты, развивающиеся в массовых количествах и доминирующие над другими группами только в холодных водах. Тепловодные элементы в таких сообществах отсутствуют. Но подобные температурные условия определялись не холодным субэаральным климатом, а большими глубинами бассейна. В относительно мелких водах все время был теплый климат, аналогичный климату при образовании песчано-аргиллитовой толщи с остатками наземных растений и аргиллитового горизонта с разнообразными моллюсками. Когда во флишевой толще обнаруживаются литорально-верхнесублиторальные формы, они в большинстве своем оказываются представителями тепловодной фауны. Так, в конкрециях, заключенных в аргиллитах, в различных местонахождениях на руч. Хваленском были найдены *Mytilus* sp., *Mytilus edulis* L., *Ostrea* sp., *Pecten* sp. (cf. *P. iwakianus* Yok.), *Siphoniuschevchenkensis* Пупина; на р. Горбуше — *Ostrea* sp., на руч. Угольном — *Mytilus (Mytiloconcha) expansus* Arn., *Ostrea* sp., *Sipho* sp., на р. Камчатке — *Mytilus (Mytiloconcha)* cf. *expansus* Arn. Находки подобного типа всегда единичны, поиски других окаменелостей рядом с этими всегда безрезультатны; раковины заключены в конкреции; ориентировка раковин и их сохранность различна. По своему экологическому облику найденные моллюски принадлежат к стенооксибионтным прикрепляющимся либо свободно лежащим фильтраторам (кроме плотоядных *Sipho*). Все они реофильны, требуют хотя бы временного сильного прогрева воды, и уже в силу этого не могли обитать в рассматриваемом бассейне на сколько-нибудь существенных глубинах. Эти моллюски — обитатели самой мелководной прибрежной зоны, хорошо прогреваемых бурных вод. Очевидно, их раковины были захвачены льдинами берегового припая или корневищами водорослей и вынесены в открытое море, где и выпали на дно.

Подтверждением этого предположения может служить отсутствие среди подобных находок более глубоководных моллюсков, которые не могли быть захвачены прибрежными льдами или водорослями.

В пользу высоких температур мелководий (по крайней мере, летом) говорит также уже упомянутый тепловодный облик одновозрастных мелководных отложений севера Тихоокеанского кольца. О зимнем образовании льдов свидетельствуют повсеместные находки в аргиллитах флишевой толщи единичных рассеянных галек и гравийных частиц.

Таким образом, изменение температуры палеобиотопов связано с углублением морского дна, а не с изменением наземного климата.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЕВ С *YOLDIA NITIDA*, *THYASIRA* AFF. *TIGILIANA* И МОРСКИМИ ЕЖАМИ

Слои представлены пачками мелкопесчано-аргиллитового флиша, чередующимися в нижней части слоев с пачками аргиллитов. В разрезе по р. Горбуше в средней и верхней части слоев песчаники значительно преобладают над аргиллитами, подошвы очень большого числа ритмов представлены грубообломочными гравийно-галечными породами, отмечен также один многометровый пласт грубообломочных пород и один подводнооползневой горизонт. Та же часть разреза на руч. Хваленском сложена мелкопесчано-аргиллитовым флишем с очень малым количеством грубообломочных прослоев в подошвах ритма, с преобладанием аргиллитов над песчаниками; встречены также пачки аргиллитов, других пород нет.

Среди скоплений окаменелостей наиболее многочисленны сообщества с доминированием собирающих детритофагов, однако отмечены также сообщества со значительным количеством разнообразных фильтраторов.

До исследованного участка во время формирования слоев с *Yoldia nitida* и морскими ежами доходили мутьевые потоки, начинавшиеся как в зоне спокойного, так и в зоне бурного гидродинамического режима, т. е. и на относительно больших, и на малых глубинах. Продукты мутьевых потоков, начинавшихся на больших глубинах, фиксируются гораздо чаще.

Для интерпретации этого факта можно принять следующий постулат: очевидно, чем на более крутом склоне лежат осадки, тем меньшее возмущение необходимо, при прочих равных условиях, для перевода их в текучее состояние и образования мутьевого потока. С другой стороны, чем сильнее землетрясение, тем оно реже. Вывод: чем круче склон, тем чаще на нем происходят мутьевые потоки. С учетом предыдущего можно утверждать, что материковый склон во время формирования слоев с *Yoldia nitida* и морскими ежами с увеличением глубины становился круче. Этот вывод хорошо согласуется с данными по рельефу современных материковых склонов. Крутизна склона желоба Тонга с глубиной возрастает от 2—3 до 5—7°, склона желоба, сопряженного с Марианской островной дугой, — от 2—3 до 5—7° (Удинцев, 1960), склонов Курило-Камчатской впадины — от 5—6 до 20° (Затонский, Канаев, Тихонов, Удинцев, 1961). Такой же характер рельефа имеют и многие другие материковые склоны.

Значительная часть флишевых ритмов, в особенности тонкой гранулометрии, сформировалась, по всей вероятности, мутьевыми потоками, начинавшимися на больших, абиссальных глубинах, в зонах глотающих бесскелетных форм. Безжизненность этой части ритмов может быть объяснена отсутствием скелетных форм (или крайне малым их количеством) на всем пути потока.

В описываемом интервале разреза по р. Горбуше отмечены подводноползневые горизонты мощностью до 28 м с глыбами-отторженцами местных пород, разрывы отдельных песчаных пластов со сползанием западных блоков по подстилающим ненарушенным породам к западу. Эти факты также подтверждают, что здесь во время формирования флишевой толщи склоны морского дна были крутыми.

Многие флишевые ритмы, в особенности имеющие грубообломочную подошву, ложатся на подстилающие отложения с размывом. Амплитуда размыва иногда достигает полуметра, редко гораздо больше — первых десятков метров. Песчаные пласты прислоняются к размытой поверхности, испытывая непосредственно перед прислонением быстрое, но постепенное уменьшение мощностей. В основании их наблюдаются грубообломочные породы — конгломераты и гравелиты; несколько обогащены грубыми обломками и головные части песчаных пластов. Интересно, что в размытой пачке отмечается цепочка конкреций карбоната, секущая напластование размытой пачки и параллельная поверхности размыва. Расположена эта цепочка конкреций в 2 м ниже поверхности размыва.

При сравнении разрезов слоев с *Yoldia nitida* и морскими ежами, расположенных на расстоянии всего 5 км друг от друга, бросается в глаза резкая изменчивость литологии и мощностей слоев по простиранию. Если в разрезе по р. Горбуше мощность слоев 170 м, то в разрезе по руч. Хваленскому — всего 70 м; если в горбушинском разрезе широко развиты грубообломочные породы, значительно преобладают зернис-

тые породы над аргиллитами и очень часты ритмы и отдельные пласты мощностью более 1 м, то в хваленском разрезе даже маломощные грубообломочные прослои встречаются скорее как исключение, аргиллиты преобладают над песчаниками, а ритмы мощностью более 0,5 м очень редки. Содержание окаменелостей в разрезе по руч. Хваленскому (в том случае, когда они есть) на несколько порядков ниже, чем в горбушинском. Чаще же в хваленском разрезе встречаются совершенно немые пачки, в то время как на р. Горбуше лишены окаменелостей лишь одна пачка из 13 и подводнооползневой горизонт.

Однако, несмотря на эти резкие различия, гранулометрия преобладающих пород и в том и в другом разрезе одинакова — это пелиты, алевроиты, мелкие пески. В обоих разрезах отсутствуют крупнозернистый песок, гравий, за исключением маломощных подошвенных частей некоторых ритмов; даже пласты, сложенные среднезернистым песком, относительно редки. Сопоставить между собой экологический облик сообществ обоих разрезов не представляется возможным, прежде всего, из-за несравнимости материала. На р. Горбуше отобрано 19 значащих (ненулевых) количественных проб и, кроме того, несколько качественных. На руч. Хваленском лишь две количественные пробы оказались значащими (причем одна из них — в аргиллите), отсюда взяты также две небогатые качественные пробы.

Объяснить столь резкие различия двух близко расположенных разрезов (при сходстве гранулометрии преобладающих пород) нахождением их в разных фациальных зонах невозможно. Скорее всего, литотопы на р. Горбуше находились либо в пределах конуса выноса какого-то крупного подводного каньона, либо в непосредственной близости от него, а литотопы на руч. Хваленском — на простирании конуса выноса. Так как вблизи вершины конус очень узок, то даже небольшое отдаление от его оси в направлении простирания подножия материкового склона может привести к выходу за его пределы или на его периферию.

Это предположение хорошо объясняет различие накопленной мощности слоев, значительную роль грубообломочных пород, гораздо большее содержание окаменелостей и большую мощность отдельных ритмов в горбушинском разрезе преобладающей разгрузкой непосредственно у устья подводного каньона. В то же время одинаковая гранулометрия доминирующих в обоих разрезах зернистых пород, отсутствие сравнимых по своему объему переходных разновидностей от грубообломочных пород к мелкозернистым песчаникам хорошо объясняется единой зоной питания мутьевых потоков, сформировавших ритмы в обоих разрезах. Мутьевые потоки начинались в зонах мелкопесчаных грунтов и не могли нести с собой поэтому более грубый материал (исключая ту незначительную примесь иных фракций, которая имеется в любом типе грунтов). Затем, набирая скорость вниз по склону и размывая дно, мутьевой поток обогащался грубообломочным материалом местных пород. В связи с малой длительностью транспортировки и, возможно, большой вязкостью стекающего по склону потока обломки местных пород не подвергались значительному раздроблению, чем и объясняется отсутствие фракций переходных размеров — крупного и среднего песка, и относительно малое количество даже гравия. У устья подводного каньона, в месте наибольшего перегиба склона, происходили сильное торможение потоков и наиболее интенсивная их разгрузка, в первую очередь от грубого материала (и окаменелостей в том числе).

В пользу близости устья подводного каньона говорит отмеченное на р. Горбуше явление крупного размыва с амплитудой более десяти метров (возможно, русло каньона или одна из его проток в области

«дельты», конуса выноса), наличие многометровых грубообломочных пластов (возможно, выстилка русла), резко выраженная концентрация головных частей флишевых ритмов, прямо свидетельствующих о начале разгрузки мутьевых потоков именно в этом месте. На руч. Хваленском таких явлений не отмечено.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЕВ С *YOLDIA CHEHALISENSIS* И *NUCULANA TUMIENSIS*

Слои представлены монотонной толщей песчано-аргиллитового флиша с отдельными подводнооползновыми горизонтами. В разрезе по р. Горбуше песчаники доминируют над аргиллитами, в подошвах многих ритмов присутствуют грубообломочные породы. В хваленском разрезе соотношения песчаников и аргиллитов примерно равные, с некоторым преобладанием аргиллитов; грубообломочные породы в подошвах ритмов редки.

Экологический облик сообществ, известных отсюда, крайне однообразен. Из 33 значащих проб в 14 собирающие детритофаги слагают все второе звено пищевой цепи, в 4 пробах они составляют более 95% первичных консументов сообщества, в 7 пробах — более 90, в 3 — более 80, а в 2 — более 75 и в 2 — более 70%. Одно сообщество представлено скоплением панцирей морских ежей. Разрез по руч. Хваленскому отличается от горбушинского несколько более бедным, но сравнимым материалом. Экологический облик сообществ обоих разрезов совершенно одинаков.

Подобный характер флишевых сообществ позволяет сделать вывод о зарождении мутьевых потоков в относительно глубоководной зоне преобладания собирающих детритофагов. В более мелководных зонах мутьевые потоки уже не образовывались, что свидетельствует о пологих уклонах дна на этих глубинах. Возможно, это было связано с расширением шельфа в это время по сравнению с предшествующим и перемещением тех же глубин в область шельфа.

В слоях с *Yoldia chehalisensis* и *Nuculana tumiensis* описано несколько подводнооползневых горизонтов с включениями глыб местных пород. По-прежнему часты случаи отрыва отдельных песчаных пластов, залегающих среди совершенно ненарушенных вмещающих пластов. В одних случаях оторванные и оползшие западные части пластов фиксируются поблизости от места отрыва (рис. 19), в других — в пределах обнажения видна лишь восточная и не претерпевшая смещения часть пласта, тупо заканчивающаяся у места разрыва.

Явлений крупных размывов (за исключением размыва складок подводнооползневых горизонтов и выполаживания кровли этих горизонтов перед отложением вышележащей флишевой пачки) в описываемых слоях не отмечается.

При сравнении разрезов слоев по р. Горбуше и по руч. Хваленскому по-прежнему отмечаются существенные различия, хотя и не столь разительные, как для нижележащих слоев. Соотношения аргиллитов и зернистых пород примерно равные: в горбушинском разрезе немного преобладают зернистые породы, в хваленском — наоборот, несколько больше аргиллитов. Грубообломочные породы в разрезе по р. Горбуше относительно постоянно встречаются в нижней и верхней частях слоев, средняя часть грубообломочных прослоев не содержит. На руч. Хваленском распределение грубообломочных пород в разрезе примерно то же, но содержание их ниже. Соответственно ниже и содержание окаменелостей, но и в этом случае различия по обоим разрезам менее значитель-



Рис. 19. Подводноползневые дислокации во флише. Видна сползшая и деформированная часть песчаного пласта.

ны, чем по нижележащим слоям. По характеру слоистости оба разреза более или менее близки, и в том и другом преобладают среднеслоистые породы, мощности ритмов обычно менее 50 см. Аргиллитовых пачек мощнее 3—4 м ни в одном из разрезов не отмечено. Мощность слоев в горбушинском разрезе 260 м, а хваленском — 146 м.

Гранулометрия преобладающих пород в обоих разрезах одинакова — это мелкие пески, алевроиты, глины. Грубообломочные породы сложены в основном обломками местных пород, присутствуют в подчиненном количестве. Породы переходных фракций резко уступают по объему как песчаникам и аргиллитам, так и грубообломочным породам. Идентичен и экологический облик сообществ обоих разрезов.

Слой с *Yoldia chehalisensis* и *Nuculana tumiensis* в горбушинском разрезе по сравнению с подстилающими слоями имеют более аргиллитовый состав, содержат меньше песчаников, грубообломочных пород и окаменелостей. В хваленском разрезе изменения скорее противоположного характера: здесь содержания песчаников, грубообломочных пород и окаменелостей повышаются.

Причина подобного характера изменения флишевой толщи по разрезу и по простиранию — отдаление изученного участка во время формирования слоев с *Yoldia chehalisensis* и *Nuculana tumiensis* от устья подводного каньона. Более спокойная, устойчивая и равномерная по сравнению с предшествовавшей обстановкой флишеобразования в горбушинском разрезе объясняется в этом случае большим расстоянием от устья каньона, а направленность изменений в хваленском разрезе — расширением подводного конуса выноса в связи с удалением от его устья и отодвиганием хваленского участка дальше от периферии конуса, ближе к зоне более выровненного осадконакопления.

Хорошее объяснение получают и фациальные различия слоев в хваленском и горбушинском разрезе, хотя и довольно значительные (в связи с разным положением участков от оси конуса), но уже уступающие

различиям по подстилающим слоям (в связи с отдалением от вершины конуса в область более выровненной седиментации).

Отсутствие различий двух разрезов по преобладающей гранулометрии пород и по экологическому облику ископаемых сообществ объясняется единой зоной питания мутьевых потоков.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЕВ С НУКУЛАМИ И YOLDIA SENEALISENSIS

Слои представлены мелкопесчано-аргиллитовым флишем с ритмами небольшой и средней мощности (10—15 см), с примерно равными соотношениями аргиллитов и песчаников. Пачки и интервалы, лишенные грубообломочных прослоев (и окаменелостей), редки. На р. Горбуше в слоях отмечено несколько мощных пластов песчаников и аргиллитов (от 1—2 до 8 м) и подводнооползневой горизонт. В трех пробах из девяти, известных отсюда, собирающие детритофаги нацело слагают второе звено пищевой цепи, в двух случаях составляют более 90% первичных консументов сообщества, в одном — более 70 и в одном — 68,2%. Сообщества качественно бедны, каждый вид и род представлен в относительно богатых коллекциях большим числом отдельных особей. Содержание зарывающихся и эвриоксибионтных форм во всех разобранных сообществах близко к 100%.

Исключением является проба, отобранная в интервале 54 разреза р. Горбуши. Здесь фильтраторы значительно преобладают над собирающими детритофагами (92,3% против 6,2%), содержание стенооксибионтных форм очень высоко (40,8%), а соотношение гидродинамических группировок среди первичных консументов сообщества $1:2:3:4=0,1:41,4:52,3:6,2$.

Тот факт, что мутьевые потоки зарождались в зоне преобладания фильтраторов исключительно редко, свидетельствует о малых наклонах здесь морского дна. Крутые углы наклона существовали в это время ниже, в зоне преобладания собирающих детритофагов. Осадочный материал доставлялся в изученный участок не только мутьевыми потоками, но и подводными оползнями, часто приносившими большие глыбы песчаников размерами 2×4 м.

Расстояния, преодолеваемые мутьевыми потоками от места зарождения до места разгрузки, увеличились по сравнению с предшествующим временем. Если размерность обломков местных аргиллитов в нижележащих отложениях составляла в основном 2—5 см, редко снижаясь до 1 см и меньше, то в этой части разреза наиболее обычны обломки местных аргиллитов гравийных фракций, много их также и в песчаных фракциях.

Условия отложения осадочного материала по сравнению с предшествующим временем еще более выровнялись, очевидно, в связи с дальнейшим отодвиганием участка от устья подводного каньона. Все характеристики слоев в обоих разрезах (соотношение аргиллитов и зернистых пород, содержание грубообломочных пород и окаменелостей, характер слоистости и др.) более или менее одинаковы. Сравнимы и мощности слоев: 74 м в горбушинском разрезе, 54 м в хваленском.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЕВ, БЕДНЫХ ОКАМЕНЕЛОСТЯМИ

Эти слои представлены тонко- и среднеслоистым мелкопесчано-аргиллитовым и алеврито-аргиллитовым флишем, с резким преобладанием аргиллитов над зернистыми породами, с мощными пачками ар-

гиллитов в верхней части. Грубозернистых прослоев и окаменелостей в слоях практически нет. На р. Горбуше только два интервала из 15 содержат окаменелости, и то в количестве около $0,001 \text{ см}^3/\text{дм}^3$; на руч. Хваленском окаменелостей в слоях не найдено.

Литологическая и фаунистическая характеристики обоих разрезов совершенно идентичны. Несколько отличаются лишь мощности слоев: в горбушинском разрезе — 194 м, в хваленском — 126 м.

Таким образом, в рассматриваемых слоях находит дальнейшее продолжение наметившаяся тенденция к уменьшению вверх по разрезу содержания зернистых, грубообломочных пород и окаменелостей, уменьшению мощностей отдельных ритмов, увеличению содержания аргиллитов и выравниванию условий осадконакопления по площади.

Как можно было видеть при анализе нижележащих слоев, эта тенденция обуславливалась постепенным отодвиганием литотопов от устья подводного каньона. Кроме того, отмечено расширение области шельфа.

Какой из этих причин вызваны дальнейшие изменения того же знака в рассматриваемых слоях?

Отодвигание от устья каньона удовлетворительно объясняет снижение содержания грубообломочных пород и окаменелостей. Весь грубый материал выпадал на дно вблизи от устья и не достигал удаленных литотопов. Преимущественно глинистый состав слоев пришлось бы объяснять в этом случае таким же образом — выпадением в осадок большей части зернистого материала задолго до достижения мутьевыми потоками изучаемых литотопов.

Однако известно, на какие большие расстояния мутьевые потоки сохраняют способность нести зернистый материал. Мутьевой поток Большой Ньюфаундленской банки переместил массу песчаного материала более чем на 700 км, причем мощность песчаного слоя составляла 70—130 см (Данбар, Роджерс, 1962). В Индийском океане песчаные слои, отложенные мутьевыми потоками, фиксируются на участках морского дна, удаленных более чем на тысячу километров от ближайшей суши (Безруков, 1964). Способность мутьевых потоков преодолевать большие расстояния подтверждена экспериментальными данными Кюнена (Kuenen, 1965).

Для объяснения преимущественно глинистого состава слоев удаленностью от устья подводного каньона пришлось бы сделать допущение, что расстояние составляло от устья каньона до литотопа сотни километров. Маловероятно, что такие расстояния способны были преодолевать подводные оползни, продукты которых также фиксируются в слоях. Кроме того, многие мутьевые потоки только начинали разгружаться в литотопах, о чем свидетельствуют головные части флишевых ритмов.

Расширение области шельфа тоже не объясняет полностью своеобразия слоев. Чем шире шельф, тем больший диапазон глубин он охватывает, тем более тонкие фракции осадка способны захороняться в его пределах и, в связи с этим, тем меньший процент осадочного материала сбрасывается за пределы шельфа и тем более тонкую гранулометрию имеет этот сбрасываемый материал (именно он питает мутьевые потоки). На большей части узких курильских шельфов накапливаются лишь наиболее грубые осадки — конгломераты, гравелиты, реже — крупнозернистые пески (Безруков, 1955, 1960), весь более тонкий материал сбрасывается за пределы шельфа. Курильские шельфы не являются областями устойчивой аккумуляции осадков (Мурдмаа, 1963). В то же время на широком (500—900 км) восточно-беринговоморском шельфе спокойно накапливаются даже алеврито-глинистые илы. Материковый склон покрыт разнообразными илами и алевритами (Лисицын, 1959, 1966).

Существование широкого шельфа во время отложения анализируемых слоев может объяснить, таким образом, преимущественно глинистый состав слоев. Однако, чтобы объяснить отсутствие грубообломочной примеси, представленной породами материкового склона, и выровненные по площади условия осадконакопления, необходимо допустить относительную удаленность от устья подводного каньона или же вообще от подножия материкового уступа. Удаленность от устья подводного каньона при этом может быть не очень большой.

Резюмируя, можно сказать, что при отложении слоев, бедных окаменелостями, продолжалось удаление литотопов от устья подводного каньона и расширение шельфа, наметившиеся во время отложения нижележащих слоев.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЕВ С *NUCULANA ALFEROVI*

Слои представлены тонко- и среднеслоистым песчано-аргиллитовым флишем с преобладанием аргиллитов над зернистыми породами, со значительными содержаниями грубообломочных пород и окаменелостей в большей части интервалов обоих разрезов. Часты подводноползневые горизонты.

Из 19 значащих проб, известных из этих слоев, в четырех пробах фауна обрастания составляет более половины всех первичных консументов сообщества, в четырех пробах — более 30%, в двух — более 20, в двух — более 10, в трех — менее 10%, четыре пробы ее не содержат. Большинство сообществ качественно очень богато, особенно на типовом таксономическом уровне. Почти все виды в них представлены небольшим количеством отдельных особей. В пробах, доставивших количественно небогатые коллекции, относительно низок биоиндекс.

Все эти признаки, как было установлено ранее, позволяют восстановить бурный гидродинамический режим в области зарождения мутьевых потоков. Таким образом, область зарождения мутьевых потоков поднялась по сравнению с временем отложения подстилающих слоев из зоны застойной гидродинамики, населенной бесскелетными глубоководными формами, в зону бурной гидродинамики с фауной обрастаний. Судя по частоте и регулярности образования мутьевых потоков в зоне бурной гидродинамики, углы наклона морского дна здесь были довольно крутыми, не уступающими таковым в более глубоководных зонах. На область шельфа во время формирования слоев с *Nuculana alferovi* приходилась лишь часть зоны преобладания фауны обрастаний. Сужение шельфа выражено очень резко. Расстояния, преодолеваемые мутьевыми потоками, были значительными. Большая часть обломков местных пород (аргиллитов) в слоях с *Nuculana alferovi* имеет гравийную размерность, много этих обломков и в песчаных фракциях.

Литотопы изученных пород располагались неподалеку от подножия материкового склона. Об этом говорит значительное содержание грубообломочных пород (и окаменелостей в том числе), частая концентрация головных частей флишевых ритмов в отдельных интервалах разреза, большое число подводноползневых горизонтов. Однако неравномерности распределения осадочного материала по площади в этих слоях не фиксируется. Литология слоев в обоих разрезах, их фаунистическая характеристика совершенно идентичны. Сходны и мощности: 254 м в горбушинском разрезе, 226 м — в хваленском. Следовательно, не существовало и локализации разгрузки мутьевых потоков в какой-то одной зоне, которую можно было бы связать с конусом выноса подводного каньона. Тектоническая перестройка, коснувшаяся зоны питания мутьевых пото-

ков, затронула, очевидно, и зону их разгрузки, а также весь путь их пробега, разрушив имевшуюся ранее систему подводных каньонов и конусов выноса.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕННОГО ГОРИЗОНТА И ВЕРХНЕЙ ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩИ

Породы горизонта представляют собой отложения узкого неглубокого шельфа с быстрой фашиальной изменчивостью в пространстве и времени, но со сходной гаммой изменчивости во всех участках.

Грубозернистые породы и органогенно-обломочные известняки, как чистые, так и загрязненные терригенной примесью, можно считать показателями бурного гидродинамического режима мелководной прибрежной полосы. Наиболее характерны для горизонта гравелиты, отмытые от более тонкой примеси, с малым количеством цемента, следствием чего является крайняя рыхлость этих пород. Они, по-видимому, были подвижными, перемываемыми и поэтому хорошо отмытыми и отсортированными. По этой же причине гравелиты не содержат окаменелостей, подвижные грунты такого типа не могли служить устойчивым субстратом для бентоса и, очевидно, были безжизненными.

Другие типы грубозернистых пород содержат много окаменелостей, экологический состав и условия захоронения которых так же, как и сама гранулометрия, позволяют установить условия бурной гидродинамики. Наиболее обильна здесь фауна обрастаний — устрицы, мидии, модиолы, брахиоподы, многочисленны и другие реофильные фильтраторы-стенооксибионты, глицимерисы, пектены. В меньшем количестве присутствуют фильтраторы и плотоядные моллюски. Часто отмечаются обособленные банки одновидового состава — устричники, заросли плеченогих, скопления глицимерисов. Относительно цельные экземпляры находятся среди массы мелких и крупных обломков ракуши. Обломки разносились волнениями и течениями за пределы банок, образуя органогенно-обломочные известняки и раковинную примесь к терригенным породам.

В пользу мелководности литотопов таких пород свидетельствует теплолюбивый облик сообществ — массовые количества глицимерисов, устриц, кораллов, других тепловодных форм — пектенов, фиссурелл.

Аргиллиты и спонголиты накапливались в условиях более спокойной гидродинамики, скорее всего у бровки шельфа или в волновой тени островов. Об этом говорит сама тонкая гранулометрия породы, многочисленность диатомей, которые по своим гидромеханическим характеристикам могут осаждаться лишь совместно с наиболее тонкими фракциями взвеси. К бровке шельфа чаще приурочены спонголиты (Лисицын, 1966).

Линзы углей связаны, скорее всего, со скоплениями водорослей, сорванных штормами и захороненных в относительно спокойных, возможно, микрофашиально спокойных участках. Понятно, что в подобных условиях угли не могли накапливаться в промышленных количествах. С этим связана бесперспективность поисков угля для промышленных целей на Усть-Камчатском месторождении, которая без применения литолого-палеоэкологических работ могла быть установлена эмпирически после двукратного проведения дорогостоящих поисково-разведочных работ.

Переход от угленосного горизонта в верхней флишевой толще постепенный, через массивные пласты песчаников средне- и мелкозернистых, а также аргиллитов.

Общий литологический, экологический и тафономический характер толщи и ее сообществ сходен с таковым нижней флишевой толщи. Детальное восстановление условий формирования верхней флишевой толщи не проводилось.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

РАЗРЕЗЫ АРГИЛЛИТОВЫХ ГОРИЗОНТОВ И НИЖНЕЙ ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩИ

В поле распространения усть-камчатской серии были детально описаны два разреза — по р. Горбуше и руч. Хваленскому.

В первом разрезе взаимоотношения анализируемой части серии с подстилающими отложениями устанавливаются у береговом обрыве в 0,2 км севернее выхода р. Горбуши на прибрежную равнину. Здесь вскрыты (снизу вверх):

- | | Мощность, м |
|---|-------------|
| 1. Пачка переслаивания кремнистых аргиллитов и черных стекловатых кремней | 20 |
| 2. Песчаник серый, крупнозернистый, массивного сложения, с большим количеством рассеянной гальки, с глауконитом и обломками спикул губок | 5 |
| 3. Аргиллит серый, грубопитчатый, с шаровыми карбонатными конкрециями, в которых обнаружены неопределимые двустворки и <i>Mytilus</i> sp., <i>Modiolus</i> sp. | 12 |
| Далее разрез надстраивается по нижнему течению р. Горбуши. Нумерация пластов, вскрытых в этом разрезе, производится с номера 1. | |
| 1. Аргиллит серый, с редкими карманами и линзочками песка, остатками обуглившейся растительности. Шаровые мергельные конкреции. Моллюски: 0,3 экз. <i>Nuculana crassatelloides</i> Laut., 0,3 экз. <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp., 0,15 экз. <i>Yoldia</i> sp. indet. (Здесь и далее списки окаменелостей, установленных в пробах, даются приведенными к стандартному объему пробы — 5 дм ³ ; например, 0,3 экз. <i>Nuculana crassatelloides</i> Laut. означает, что в пробе объемом 30 дм ³ обнаружены 2 раковины этого вида) | 10 |
| 2. Аналогичный аргиллит. В нем отмечается неясная слоистость, хотя ни в образцах, ни в шлифах существенного различия слоев не улавливается. В двух пробах установлены: в одной — 0,3 <i>Mya</i> sp., неопределимые двустворки и брюхоногие; в другой — <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. indet. | 10 |
| 3. Такой же аргиллит. Грубый песчаный и гравийно-галечный материал иногда концентрируется в прослой мощностью до 0,5 м, в свою очередь обнаруживающие дифференциацию на 2—5-сантиметровые прослойки с большим и меньшим содержанием грубого материала. В двух пробах установлены: в одной — 0,17 <i>Plicifusus</i> sp., в другой — 2,7 <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. indet., 1,1 <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. (cf. <i>V. deformis</i> Kogan), 1,1 <i>Mytilus</i> sp. indet., 0,5 <i>Plicifusus</i> sp. Кроме того, в интервале произведены большие сборы окаменелостей. Так как и в качественной пробе отбор окаменелостей был безвыборочным (все обнаруженные органические остатки сохранились), а количественные пробы из-за недостаточности материала не дают ясного представления о соотношениях различных форм и групп фауны, полезно привести список окаменелостей с указанием числа найденных экземпляров каждого вида. При составлении списка здесь и далее виды животных расположены в порядке убывания количества их экземпляров: 38 <i>Yoldia nitida</i> Slod., 18 <i>Palliolum</i> ex gr. <i>peckhami</i> Cabb., 10 <i>Palliolum peckhami watanabei</i> (Yok.), 10 <i>Modiolus</i> sp., 8 <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. indet., 8 <i>Mytilus</i> ex gr. <i>edulis</i> L., 6 <i>Mya</i> sp. indet., 5 <i>Sipho</i> sp., 4 <i>Cardita</i> sp. indet., 4 <i>Pecten takahashiformis</i> Sal., 3 <i>Veneridae</i> , 3 <i>Yoldia watasei</i> Kaneh., 3 <i>Yoldia</i> sp. indet., 2 <i>Cardita pacifera</i> (Yok.), 2 <i>Cardita</i> cf. <i>pacifera</i> (Yok.), 2 <i>Mya</i> ex gr. <i>paternalis</i> Mats., 2 <i>Mytilus hamlini</i> Loel et Corey, 2 <i>Pecten</i> sp., 2 <i>Neptunea</i> sp., 1 <i>Mya truncata</i> L., 1 <i>Mya</i> cf. <i>truncata</i> L., 1 <i>Cardiidae</i> , 1 <i>Limatula</i> sp. indet., 1 <i>Macoma?</i> sp. indet., 1 <i>Malletia</i> sp., 1 <i>Modiolus yneziana</i> Arn., 1 <i>Nuculana</i> ex gr. <i>crassatelloides</i> Laut., 1 <i>Nuculana tumiensis</i> Laut., 1 <i>Nuculana</i> ex gr. <i>robai</i> Kuroda, 1 <i>Yoldia</i> sp. (cf. <i>Y. chehalisensis</i> Arn.), | |

- 1 *Yoldia caudata* Khom., 1 *Acmaea* (?) sp., 1 *Neptunea ikusaensis* L. Krisht., 1 *Plicifusus* sp. indet., 1 *Polinices* (?) sp. indet., 1 *Psephaea* sp., 1 *Trominina onnaica* (Yok.), *Panopaea* sp. 12
4. Аргиллит серый с большим количеством гравия, грубого песка, окатанной гальки размером до 5 см. Грубый материал локализуется гнездами, примазками, карманами, линзами, много остатков обуглившейся растительности. В количественной пробе обнаружена неопределимая двустворка 4
 Выше — пласт аргиллита серого аналогичного облика, по-видимому, более рыхлого, дающего в обнажении пологий откос в отличие от крутого уступа, образованного нижележащими аргиллитами. В пробе — 0,4 *Yoldia (Yoldia?)* sp. indet. 2
 Крепкий аргиллит с большим количеством грубого материала, также образующий в обнажении крутой уступ. В пробе — 0,4 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet. 2
5. Аргиллит серый, однородный, с рассеянными грубым материалом, рыхлый. Многочисленны шаровые мергельные конкреции. Отобрано пять количественных проб: в одной из них — 2,9 *Nuculana alferovi* Slod., 1,9 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,9 *Yoldia* sp. indet.; в другой — 6,2 *Nuculana alferovi* Slod., 1,9 *Yoldia nitida* Slod., 0,6 *Nuculana (Sacella)* sp.; в третьей — 1 *Yoldia* sp. indet., 0,5 *Nuculana alferovi* Slod.; в четвертой — 1,5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 0,4 *Nuculana crassatelloides* Laut., 0,4 *Nuculana* sp. indet.; в пятой — 1,5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 0,7 *Nuculana crassatelloides* Laut. В качественной безвыборочной пробе установлены 38 *Yoldia nitida* Slod., 26 *Yoldia chehalisensis* Arn. + 11 *Y.* sp. (cf. *Y. chehalisensis* Arn.), 17 *Nuculana alferovi* Slod., 11 *Nuculana crassatelloides* Laut., 11 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 8 *Yoldia watasei* Kaneh., 5 *Yoldia caudata* Khom., 4 *Yoldia deformis* Kogan, 4 *Yoldia* sp. indet., 3 *Nuculana* sp. indet., 2 *Malletia* sp. indet., 2 *Cardita* sp. juv., 2 *Mya* sp. indet., 2 *Sipho?* sp. indet., 1 *Laternula* sp. indet., 1 *Limatula* sp. indet., 1 *Mya arenaria* L., 1 *Mytilus* sp. indet., 1 *Yoldia (s. s.)* sp., 1 *Plicifusus* (?) sp. indet. 4
6. Такой же аргиллит. В одной из количественных проб: 3,1 *Yoldia* (?) sp. indet.; в другой — 7,3 *Yoldia chehalisensis* Arn., 4,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet. 10
7. Аргиллит однородный, рыхлый. Две количественные пробы: 4,5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2,7 *Yoldia chehalisensis* Arn. и 1,1 *Yoldia* sp. indet., 0,5 *Yoldia chehalisensis* Arn. 12
8. Чередование пачек тонкослоистого и среднеслоистого (10—40 см) песчано-аргиллитового флиша мощностью до 3 м и аргиллитовых пачек той же мощности. Флишевые ритмы обнаруживают постепенный переход снизу вверх от мелкогалечных конгломератов и гравелитов к песчаникам и аргиллитам. Грубообломочная подошва присутствует не всегда. Количественные пробы из песчаников не дают результата. В грубообломочных членах ритмов установлены: в одной пробе — неопределимые двустворки и брюхоногие; в другой — 5,1 *Nuculana (Sacella)* sp. indet., 3,1 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 3,1 *Buccinidae*, 1 *Naticidae*, 1 *Nuculana* sp., 1 офиура; в третьей — 6,5 *Nuculana alferovi* Slod., 4,3 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2,2 *Nuculana* sp., 1,1 *Sipho* sp. indet., 1,1 *Plicifusus* (?) sp. indet., неопределимые брюхоногие; в четвертой — неопределимые брюхоногие. Во всех этих пробах относительно целные остатки сопровождаются многочисленными обломками раковин. В аргиллитовой пачке установлены: 2,1 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,1 *Nuculana (Sacella)* sp. indet., неопределимые брюхоногие 6
9. Аргиллит однородный, рыхлый. В количественной пробе: 3,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,1 *Yoldia chehalisensis* Arn., 1,1 *Yoldia* sp. indet. 14
10. Тонкослоистый песчано-аргиллитовый флиш с преобладанием аргиллитов. Песчаники мелкозернистые, хорошо отсортированные. Аргиллиты аналогичны таковым аргиллитовых пачек. Количественная проба из песчаника дала нулевой результат. В одном случае в подошве ритма вместе с гальками аргиллитов обнаружено скопление морских ежей из семейства *Scutellidae*, число панцирей которых достигает 120 экземпляров на стандартный объем пробы. Вместе с ежами обнаружена *Yoldia nitida* Slod. в количестве 10 экз. на пробу 10
11. Флиш с резким преобладанием аргиллитов. Мощности пар слоев песчаник — аргиллит таковы (в сантиметрах): 2—10, 3—12, 4—24, 2—6, 4—80 и т. д. Флишевые ритмы без грубообломочной подошвенной части. Количественная проба из аргиллита: 1 *Crenella?* sp. indet. 10
12. Мощности песчаных прослоев сокращаются, пачка становится чисто аргиллитовой. В аргиллите — шаровые мергельные конкреции. В пробе обнаружена 1 *Yoldia* (?) sp. indet. 13
13. Среднеслоистый песчано-аргиллитовый флиш. Мощности пар слоев песчаник — аргиллит: 22—9, 5—14, 13—8, 10—12, 30—15 и т. д. Один прослой конгломерата, сложенного в значительной мере аргиллитовыми и песчаниковыми гальками. Количественная проба из этого прослоя дает следующий результат: 40 *Yoldia nitida* Slod. + 1,3 *Yoldia* cf. *nitida* Slod., 10 *Yoldia (Portlandella)* sp.

- indet., 5,4 *Nuculana* (*N.*) sp. indet., 4,7 *Yoldia* sp. indet., 4 *Plicifusus* sp., 3,4 *Nucula* ex gr. *nipponica* Smith., 2 *Nuculana crassatelloides* Laut. + 0,7 *Nuculana* cf. *crassatelloides* Laut., 2 *Polinices* sp., 2 *Sipho* sp., 1,3 *Nucula* sp. indet., 1,3 *Macoma* sp., 1,3 *Buccinidae*, 1,3 *Dentalium* sp., 0,7 *Acila* (*Truncacila*) sp., 0,7 *Mytilus* cf. *edulis* L., 0,7 *Cardita* sp. indet., 0,7 *Yoldia* (*s. s.*) cf. *caudata* Khom., 0,7 *Malletia* sp., 0,7 *Liocyma?* sp., 0,7 *Macoma* cf. *simizuensis* L. Krisht., 0,7 *Solemya* sp., 0,7 *Ostrea* sp., 0,7 *Psephaea* sp., 0,7 *Turritella* sp., 0,7 *Patella* sp., 0,7 *Trominina* sp., многочисленные обломки раковин.
- В качественной пробе, отобранной из того же прослоя, кроме перечисленных, установлены представители следующих видов: *Cuspidaria* (*s. s.*) sp., *Lima* sp., *Macoma simizuensis* L. Krisht., *Mytilus miocenium* L. Krisht., *Nuculana alferovi* Slod., *Palliolium* ex gr. *peckhami* Gabb., *Thyasira tigiliana* L. Krisht., *Yoldia caudata* Khom., *Yoldia chehalisensis* Arn., *Yoldia watasei* Kaneh., *Aforia* sp., *Plicifusus ornatus* Khom., брахиоподы
14. Преимущественно аргиллитовый флиш. Количественной пробы не отобрано из-за недоступности обнажения. Пачка почти на всю мощность срезается поверхностью размыва, выше которой залегают 8
15. Флиш преимущественно песчаный. Мощности песчаных пластов достигают 2 м. Песчаники из наиболее мощных ритмов не отличаются от песчаников мало-мощных ритмов — они также мелкозернисты, хорошо сортированы, массивного сложения. В основаниях ритмов и прослоями среди аргиллита локализуется грубообломочный гравийно-галечный материал. Проба из такого прослоя дает результаты: 2,1 *Yoldia* sp. indet., 1,1 *Yoldia nitida* Slod., обломки раковин моллюсков 5
16. Массивнослоистая флишевая пачка. Мощности пар слоев песчаник — аргиллит (в сантиметрах): 6 — 8, 10 — 8, 25 — 6, 250 — 14, 28 — 8, 8 — 15, 150 — 80 и т. д. Из грубообломочной подошвенной части одного из ритмов взята проба, в которой обнаружены: 1,2 *Yoldia nitida* Slod., а также неопределимые обрывки раковин 8
17. Гравелит серый, массивный, с мелкими аргиллитовыми гальками, с многочисленными остатками битой ракуши, с редкими 5—10 сантиметровыми телами неопределенных очертаний песчаника серого, среднезернистого 1,2
Конгломерат, сложенный в основном гальками аргиллитов; кроме того, встречаются обломки кремнистых, эффузивных и других пород. Размер обломков до 10—15 см. Много битой ракуши, среди которой в количественной пробе найдены и более целые остатки: 10 *Nuculana crassatelloides* Laut., 5,5 *Plicifusus* sp., 4,5 *Thyasira* sp., 6,3 *Yoldia nitida* Slod., 0,8 *Yoldia* cf. *nitida* Slod., 4,5 *Buccinidae*, 4,5 *Balanus* sp., 4,5 *Brachiopoda* sp., 1,8 *Nuculana* (*Sacella*) sp. indet., 2,7 *Nuculana* sp., 2,7 *Sipho* sp., 2,7 *Yoldia* sp., 1,8 *Lutraria* sp., 1,8 *Macoma* sp., 1,8 *Nuculanidae*, 1,8 *Naticidae*, 0,9 *Palliolium* (?) sp., 0,9 *Cardita* sp., 0,9 *Bryozoa*.
- В качественной пробе отсюда определены также *Acila* sp., *Macoma calcarea* (Gm.), *Mytilus edulis* L., *Palliolium* ex gr. *peckhami* Gabb., *Pecten* (*Chlamys?*) sp., *Tapes talovaensis* L. Krisht., *Yoldia chehalisensis* Arn., *Yoldia* cf. *watasei* Kaneh. 4,4
- Конгломерат, немного более мелкогалечный и более сортированный, с неясными линзами более тонких пород, с массой битой ракуши 3,8
18. Пачка тонкослоистого, преимущественно аргиллитового флиша, смятая в крутые изоклинальные складки, с редкими обрывками более мощных песчаных пластов. Окаменелостей не найдено. Мощность пачки замерена по нормали от подстилающего, спокойного залегающего пласта до перекрывающего пачку, также спокойно залегающего пласта 28
19. Флиш с различным характером переслаивания. Здесь отмечены как тонко- и среднеслоистые пачки с мощностями песчаников и аргиллитов 5—30 см, так и ритмы с мощностями песчаников до 2,5—2,7 м. Песчаники и аргиллиты сохраняют свой обычный облик. В основаниях многих ритмов отмечены грубообломочные породы, встреченные также в виде линз в песчаных пластах. Пробы из аргиллитов и песчаников дают нулевые результаты; в грубообломочных породах обнаружены: в одной пробе 37 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 8,6 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 5,8 *Yoldia nitida* Slod., 2,9 *Yoldia chehalisensis* Arn. 1,9 *Lutraria* sp., 1 *Nuculana* (*N.*) sp. indet., 1 *Nuculana* (?) sp., обломки раковин моллюсков; в другой — 6,3 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 0,7 *Yoldia* sp. indet., 0,7 *Nucula* sp. indet., 0,7 *Thyasira* sp. indet., 0,7 *Lutraria* (?) sp., 0,7 *Sipho* sp., обломки раковин; в третьей — 2,1 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 2,1 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1 *Thyasira* sp. indet., 1 *Naticidae*, обломки раковин. Кроме того, в одной из аналогичных проб обнаружены только неопределимые обломки раковин моллюсков 9,6
20. Флиш немного более равномернослоистый. Мощность ритмов 10—50 см, редко до 1 м. Песчаники по-прежнему преобладают. Основания многих ритмов сло-

- жены гравелитами и мелкогалечными конгломератами. Из пяти проб, взятых в этом интервале из грубообломочных пород, лишь в одной установлены 4,2 *Bryozoa*, 1,4 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1,4 *Nuculana* sp., 1,4 *Macoma* sp. Все остальные пробы содержат только тонкораздробленный раковинный детрит. Найдены были в этом интервале также морские ежи *Scutellidae* и офиуры
21. Флиш. Чередуются пачки тонкого (5—20 см) ритмичного переслаивания песчаников и аргиллитов и ритмы с мощностями песчаников до 120 см, аргиллитов — до 60 см. Большая часть относительно мощных ритмов в основании содержит прослой грубообломочных — гравийных и галечных пород. В пробе из такого прослоя наряду с многочисленной битой ракушей установлены 9,6 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 6,4 *Sipho* sp., 5,3 *Macoma* sp., 3,2 *Yoldia chehalisensis* Arn., 11 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 1,1 *Nucula* sp., 1,1 *Palliolium* sp., 1,1 *Plicifusus* sp., 1,1 *Dentalium* sp., 1,1 *Brachiopoda*, 1,1 *Bryozoa*
22. Флиш аналогичного облика; из прослоя гравелита собраны 3,8 *Sipho* sp., 3,2 *Naticidae*, 2,5 *Thyasira* sp., 2,5 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,9 *Nuculana* sp., 0,6 *Yoldia* cf. *nitida* Slod., 0,6 *Yoldia* (*Cnesterium*) sp., 0,6 *Mytilus* sp., 0,6 *Cardita* sp., 0,6 *Siliqua* sp., 0,6 *Macoma* sp., 0,6 *Neptunea?* sp. indet., 0,6 *Dentalium* sp., 0,6 *Bryozoa*, 0,6 *Balanus* sp.
23. Тонкослойный флиш (10—30 см) с несколькими более мощными ритмами, в которых песчаники достигают 2 м, а аргиллиты 30 см. Песчаники всех ритмов одинаковы — серые, мелкозернистые, хорошо сортированные. Наиболее мощные ритмы содержат в основании прослой грубообломочных пород, состоящих в основном из обломков аргиллитов. В таких прослоях установлены: в одной из проб — 53 *Nuculana tumiensis* Laut., 32 *Yoldia chehalisensis* Arn., 19 *Nuculana* (N.) sp. indet., 9,4 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 4 *Sipho* sp., 1,3 *Malletia* sp., 1,3 *Mytilus* sp., 1,3 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1,3 *Neptunea* sp.; в другой пробе — 6,4 *Yoldia chehalisensis* Arn., 4,3 *Nuculana tumiensis* Laut., 4,3 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 2,1 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 2,1 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 1,1 *Nuculana* sp., 1,1 *Macoma* sp., 1,1 *Brachiopoda*.
Во всех пробах цельные особи сопровождаются многочисленными обломками раковин
24. Тонкослойный песчано-аргиллитовый флиш (5—20 см), в нем изредка — ритмы с мощностями песчаников до 75 см, аргиллитов до 20 см. Такие ритмы обычно в подошве содержат грубообломочные прослой, где, кроме обломков раковин, в одной из проб обнаружены 21 *Yoldia chehalisensis* Arn., 13 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 5,5 *Nuculana tumiensis* Laut., 1,1 *Plicifusus* sp.
25. Пачка ритмичного флишевого переслаивания с мощностями песчаников 20—30 см, редко меньшими, аргиллитов 5—30 см. Проба из аргиллита дала нулевой результат; в одной из проб, взятой в грубообломочных прослоях основной ритмов, цельных остатков окаменелостей также не встречено, только раковинный детрит. В других пробах наряду с битой ракушей установлены: в одной пробе — 68 *Yoldia chehalisensis* Arn., 42 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 26 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 22 *Nuculana tumiensis* Laut., 1,3 *Thyasira* sp. indet.; в другой — 3,5 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 2,6 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,7 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 1,7 *Nuculana tumiensis* Laut.; в третьей пробе — 22 *Nuculana tumiensis* Laut., 21 *Yoldia chehalisensis* Arn., 15 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 10 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,8 *Nucula* sp., 0,9 *Yoldia nitida* Slod.
В этом интервале найдены также *Nuculana robai* Kuroda, *Thyasira* sp. (cf. *Th. tigiliana* L. Krisht.), *Macoma* sp., *Crepidula* sp. (в качественной пробе)
26. Флиш тонкослойный (10—20 см), песчано-аргиллитовый, с редкими прослоями гравелитов и грубозернистых песчаников в основаниях некоторых ритмов. Проба из песчаника результата не дала. В одном из грубозернистых прослоев также не обнаружено ничего, кроме раковинного детрита. В других прослоях найдены: в одной пробе — 19 *Yoldia chehalisensis* Arn., 17 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 8,3 *Nuculana tumiensis* Laut., 7 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 5,6 *Yoldia nitida* Slod., 4,2 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 4,2 *Nuculana* (s. s.) sp. indet.; в другой пробе — 35 *Yoldia chehalisensis* Arn., 9,6 *Nuculana tumiensis* Laut., 6,4 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 3,2 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 2,1 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 1,1 *Nucula* sp. indet., 1 *Polinices* sp., 1 *Yoldia* sp. indet., 1 *Nuculana* sp. indet., 1 *Plicifusus?* sp. indet., 1 *Naticidae*
27. Такая же флишевая пачка, собранная в крутые складки. Окаменелостей не встречено. Мощность пачки замерена по нормати между вмещающими спокойно залегающими пластами
28. Пласт песчаника серого, среднезернистого, хорошо сортированного, мощностью 2 м. Вверху песчаник постепенно, но быстро переходит в аргиллит однородный, рыхлый, мощностью 20 см. В основании ритма — прослой гравелита с мелкими аргиллитовыми гальками, с ракушей; здесь установлены 13 *Sipho*

- sp. 11 *Yoldia* sp. indet., 8,6 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 8,6 *Buccinidae*, 4,9 *Polinices* sp., 3,6 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 2,4 *Nuculana* (*Borissia*) sp. indet., 2,4 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 2,4 *Macoma*? sp. indet., 1,2 *Acila* sp. indet., 1,2 *Nuculana crassatelloides* Laut., 1,2 *Nuculana alferovi* Slod., 1,2 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 1,2 *Plicifusus* sp.
- Выше описанного мощного ритма — тонкослоистый (5—20 см) песчано-аргиллитовый флиш с редкими прослоями более грубообломочных пород в подошвах некоторых ритмов. В одной из проб, взятых в грубых прослоях, найдены лишь обломки раковин, в другой есть и более сохранные особи — 4 *Sipho* sp., 2,7 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1,4 *Yoldia nitida* Slod., 1,4 *Macoma* sp., 1,4 *Polinices* sp.
- В средней части пачки — ритм с 1,5-метровым прослоем песчаника, в котором найдено линзообразно локализованное скопление морских ежей *Scutellidae* с количеством панцирей, достигающим 70 экземпляров на 5 дм³ породы.
- Общая мощность интервала 14
29. Песчаник 80 см с линзами мелкогалечного конгломерата, сложенного преимущественно обломками аргиллитов. В линзах — битая ракушка и более сохранные остатки — 5,8 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 3,8 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,9 *Yoldia nitida* Slod., 1,9 *Macoma* sp. indet., 1 *Yoldia* (?) sp. indet. Ритм венчается пластом аргиллита мощностью 30 см. Ритм, сложенный мелкогалечным конгломератом (10 см), песчаником (65 см), аргиллитом (15 см). В пробе из основания ритма — только раковинный детрит. Пачка тонкослоистого песчано-аргиллитового флиша. Общая мощность интервала 12
30. Песчано-аргиллитовый флиш с песчаниками мощностью 10—15 см, аргиллитами — 15—20 см. Окаменелостей не встречено 10
31. Флиш с той же характеристикой, собранный в складки 6
32. Тонкослоистый флиш (10—20 см). В подошвах наиболее мощных ритмов — гравелиты или мелкогалечные конгломераты с остатками раковин моллюсков. Отсюда установлены: 96 *Yoldia chehalisensis* Arn., 77 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 59 *Nuculana tumiensis* Laut., 35 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 8 *Yoldia* (*Cnesterium*) sp., 6,7 *Nucula* sp., 5,3 *Sipho* sp., 4 *Plicifusus* sp., 2,7 *Buccinidae*, 2,7 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 1,3 *Macoma* sp., 1,3 *Palliolum* sp., 1,3 *Mytilus edulis* L. juv. 1,3 *Brachiopoda*.
- В другой пробе из аналогичной породы — 96 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 78 *Yoldia chehalisensis* Arn., 53 *Nuculana* sp. indet., 48 *Nuculana tumiensis* Laut., 12,7 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 6,4 *Nucula* sp., 2,6 *Sipho* sp., 1,3 *Yoldia* (*Cnesterium*) sp., 1,3 *Plicifusus* sp., 1,3 *Buccinidae*, 1,3 *Bryozoa*.
- В качественной пробе, кроме того, в этом интервале обнаружены *Thyasira* sp. indet., *Macoma calcarea* (Gm.), небольшая *Mya* sp. indet. 6
33. Ритмичное переслаивание песчаников и аргиллитов мощностью по 5—20 см. В наиболее мощных ритмах песчаники достигают 30—40 см; в этом случае в основании ритмов имеются гравелиты или мелкогалечные конгломераты. В них найдены: в одной пробе — 48 *Nuculana tumiensis* Laut., 19 *Yoldia chehalisensis* Arn., 10 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 3 *Nucula* sp. indet., 2 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 1 *Y. cf. nitida* Slod., 1 *Sipho* sp., 1 *Patella* sp.; в другой пробе — 5,6 *Nuculana tumiensis* Laut., 6,7 *Nuculana* (s. s.) sp. indet., 4,5 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet. 8
34. Песчано-аргиллитовый флиш. Мощности пар слоев песчаник—аргиллит во флишевых ритмах: 17—5, 2—3, 9—3, 1—5, 15—3, 2—4 и т. д. Окаменелостей не встречено 11
35. Такой же флиш, без окаменелостей 13
36. Флиш с той же характеристикой. В нескольких случаях в аргиллите отмечены линзочки со сгруженным гравийным материалом, с остатками моллюсков: 1,1 *Yoldia cf. nitida* Slod., 1,1 *Yoldia cf. chehalisensis* Arn., 1,1 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,1 *Yoldia cf. tumiensis* Laut., 1,1 *Nuculana* (s. s.) sp. indet. 11
- 37—43. Монотонная толща ритмичного переслаивания песчаников и аргиллитов с прослоями мощностью 2—20 см, приблизительно равными для обеих пород. Отмечен лишь один ритм с песчаником мощностью 60 см и еще один ритм с песчаником 360 см. Количественные пробы как в аргиллитах, так и песчаниках дают нулевые результаты. Общая мощность 72
44. Песчаник мелкозернистый—80 см, аргиллит—15 см. Флиш—мощности пар слоев: 5—10, 4—4, 2—20, 6—15, 2—4 и т. д. Песчаник—160 см, аргиллит—100 см. В песчаном пласте—линза с большим количеством аргиллитовых галек и остатками раковин моллюсков: 6,3 *Yoldia nitida* Slod., 4,7 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 2,3 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1,6 *Yoldia* (s. s.) sp. indet., 0,8 *Neptunea* (?) sp. Тонкослоистая (3—10 см) флишевая пачка. Мощность 0,8
- Песчаник серый, мелкозернистый (40 см) с 7-сантиметровым прослоем гравели-

- та в основании. В гравелите — 6,9 *Yoldia chehalisensis* Arn., 6 *Yoldia nitida* Slod., 6 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2,6 *Sipho* sp., 1,7 *Macoma* (?) sp. indet., 0,9 *Nuculana (Borissia)* sp. indet., 0,8 *Mytilus* sp. indet., 0,8 *Naticidae*.
45. Аргиллит с обрывками отдельных песчаных пластов и с глыбами, в которых можно насчитать по нескольку флишевых ритмов. Закономерности в ориентировке этих пластов и блоков не отмечается. Окаменелостей не встречено 6,9
46. Чередование пачек тонкослоистого (5—20 см) флиша и ритмов с песчаными пластами мощностью до 90 см, аргиллитовыми — до 30 см. В двух пробах из грубообломочных гравийно-галечных пород, залегающих в основаниях некоторых ритмов, установлены: в одной пробе — 25 *Yoldia chehalisensis* Arn., 29 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2,1 *Yoldia nitida* Slod., 1,1 *Plicifusus* sp., 1,1 *Buccinidae*; в другой — 14 *Yoldia chehalisensis* Arn., 8,4 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,2 *Nuculana* sp. indet. 15,5
47. Песчаник мелкозернистый 110 см, в основании — конгломерат с гальками аргиллитов и обломками раковин моллюсков. Среди наиболее сохранившихся 10,4 *Nucula* sp., 7,3 *Yoldia (s. s.)* sp. indet., 6,3 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 5,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 4,2 *Nucula* sp. indet., 1 *Yoldia* cf. *caudata* Khom., 1 *Yoldia chehalisensis* Arn., 1 *Mytilus* sp.
Ритм венчается 5-сантиметровым пластом аргиллита.
Флиш среднеслоистый (10—30 см), с отдельными ритмами мощностью до 1 м. Общая мощность интервала 4
48. Флиш среднеслоистый песчано-аргиллитовый. Иногда маломощные прослои грубообломочных пород. Из таких прослоев взяты количественные пробы. В одной из них обнаружена только битая ракушка, в другой среди наиболее цельных остатков определены 0,8 *Yoldia nitida* Slod., 0,8 *Nucula* sp., в третьей — 2,6 *Nucula* sp., 1,3 *Yoldia (s. s.)* sp. indet., 1,3 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,3 *Cardiidae*, 1,3 *Pecten* sp. indet. 13
49. Среднеслоистый флиш. Мощность пар слоев песчаник — аргиллит: 15—9, 25—3, 4—4, 3—6, 20—7, 3—3 и т. д. В основаниях некоторых ритмов — грубообломочные породы. В одном из них 30 *Nucula* sp., 25 *Yoldia chehalisensis* Arn., 8 *Yoldia watasei* Kaneh., 3 *Nuculana* sp., 2 *Yoldia (Cnesterium)* sp., 1 *Thyasira* sp. (cf. *Th. tigiliana* L. Krisht.), 1 *Astarte?* sp., 1 *Acmaea* sp. 9,6
50. Тонкослоистый песчано-аргиллитовый флиш: 5—7, 8—12, 5—6, 5—10, 3—25 и т. д. В двух наиболее мощных ритмах в основании присутствуют гравелиты с битой ракушей. В одном прослое найдены 1,8 *Yoldia nitida* Slod., 1,8 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 0,9 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 0,9 *Macoma* sp. 8,6
51. Тонкослоистый флиш, смятый в крутые разорванные складки, с глыбами песчаников размером до 2×4 м.
В одной из глыб, в песчанике с примесью аргиллитовой гальки и битой ракушки, установлены 8,6 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 7,7 *Yoldia chehalisensis* Arn., 4,8 *Yoldia nitida* Slod., 3,8 *Nucula* sp., 1,9 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 1 *Mytilus* sp. juv., 1 *Turritella* sp.
В качественной пробе, взятой отсюда же, определены также представители других видов: *Nuculana crassatelloides* Laut., *Nuculana alferovi* Slod., *Tapes* sp., найдены натициды.
Мощность от кровли подстилающей пачки до подошвы перекрывающей 10,1
52. Песчаник серый, среднезернистый, массивный. В подошве содержит примесь аргиллитовых галек. Окаменелостей не встречено 8
53. Аргиллит серый, однородный. В аргиллите — четыре пласта песчаника серого мелкозернистого мощностью до 20 см. Окаменелостей нет 7
Песчаник мелкозернистый, массивный 1,7
54. Существенно аргиллитовый флиш: 10—70, 7—20, 8—20, 8—35, 15—25 и т. д. В одном из ритмов отмечен прослой, переполненный аргиллитовой и пной галькой, обломками моллюсков, среди которых установлены: 4,8 *Thyasira* sp., 4,2 *Lutraria* sp., 4,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1,5 *Yoldia nitida* Slod., 0,9 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 0,9 *Plicifusus* sp., 0,6 *Nuculana* sp. indet., 0,9 *Lutraria* sp., 0,6 *Polinices* sp., 0,3 *Nucula* sp., 0,3 *Nuculana alferovi* Slod., 0,3 *Solemya* sp., 0,3 *Macoma* sp., 0,3 *Mytilus* sp. juv.? 13,4
- 55—62. Однообразная толщина ритмичного переслаивания песчаников и аргиллитов. Мощности песчаных прослоев 2—10 см, редко до 20 см, аргиллитовых — 5—50 см. Грубообломочных пород не встречено. Количественные пробы из аргиллитов и песчаников дают нулевые результаты. Во всей толще найдена лишь одна створка *Yoldia nitida* Slod. Общая мощность 90
63. Тонкослоистый флиш (5—20 см) с преобладанием аргиллитов. В основании одного из наиболее мощных ритмов — прослой мелкогалечного конгломерата с обломками раковин моллюсков 2,3 *Nucula* sp., 1,2 *Nucula* (?) sp., 1,2 *Nuculana* sp., 1,3 *Nemocardium* sp., 1,2 *Yoldia* (?) sp. indet. 9,6
64. Тонкослоистая флишевая пачка, собранная в складки. Присутствуют обрывки

- более мощных — до 0,5 м — слоев песчаника. Количественная проба дает нулевой результат. Найдены в песчанике *Thyasira* sp. и *Yoldia nitida* Slod. 23
65. Тонкослоистый, преимущественно аргиллитовый флиш: 3—27, 2—12, 1—15, 10—12, 15—18 и т. д. Окаменелостей не обнаружено 9,2
66. Аргиллит с редкими тонкими (до 3—4 см) прослоями, обогащенными гравийно-мелкогалечным материалом, с обломками раковин моллюсков 3,7 *Yoldia* (?) sp. indet., 0,9 *Plicifusus* sp. 10
Пропуск — 9 м.
67. Аргиллит серый, однородный, рыхлый. Окаменелостей не найдено 9
Пропуск — 14 м.
- 68—69. Аргиллит с несколькими тонкими (до 15 см) прослоями песчаника. Без окаменелостей 19
70. Гравелит с отдельными аргиллитовыми галечками и остатками битой ракушки, среди которой 6,2 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 6,2 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 6,2 *Polinices* sp., 5 *Y.* (*Portlandella*) sp., 5 *Mytilus edulis* L., 3,5 *Yoldia nitida* Slod., 2,5 *Nuculana* cf. *tumiensis* Laut., 2,5 *Nuculana alferovi* Slod., 2,5 *Macoma* sp., 2,5 *Sipho* sp., 2,5 *Purritella* sp., 2,5 *Brachiopoda*, 1,2 *Nuculana* sp., 1,2 *Yoldia chehalisensis* Arn., 1,2 *Nuculana schmidti* L. Krisht., 1,2 *Nuculana* sp., 1,2 *Cardiidae*, 1,2 *Pecten* sp. indet., 1,2 *Dentalium* sp., 1,2 *Bryozoa*.
Мощность гравелита 7 см. Выше — песчаник среднезернистый 12 см, аргиллит 35 см.
Существенно аргиллитовый флиш. Мощность пар слоев песчаник — аргиллит: 7—17, 4—15, 10—8, 6—120, 9—35 и т. д. Количественные пробы из песчаника и аргиллита дали нулевой результат 10
71. Аналогичный флиш, смятый в складки. Без окаменелостей 8
Пропуск — 5 м.
72. Аргиллит с многочисленными прослоями, заполненными грубообломочным гравийно-галечным материалом. В этих же прослоях многочисленная битая ракушка, среди которой — 4,4 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 3,7 *Balanus* sp., 2,9 *Brachiopoda*, 2,9 *Bryozoa*, 1,5 *Yoldia* sp. (cf. *Yoldia nitida* Slod.), 1,5 *Nuculana tumiensis* Laut., 0,7 *Nucula* sp., 0,7 *Natica* sp. 5
Флиш среднеслоистый, с равными мощностями песчаников и аргиллитов 7,6
73. Флиш с большим количеством аргиллитов. В составе зернистого члена ритмов почти всегда присутствуют гравелиты — грубозернистые песчаники. В одном из таких прослоев собраны 14 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 3,6 *Brachiopoda*, 2,4 *Balanus* sp., 2,4 *Yoldia chehalisensis* Arn. + 1,2 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 1,2 *Yoldia* sp. (cf. *Yoldia nitida* Slod.), 1,1 *Yoldia* (s. s.) sp., 1,2 *Nuculana crassatelloides* Laut., 1,2 *Nuculana alferovi* Slod., 1,2 *Nuculana* (*Borissia*?) sp. indet., 1,2 *Nuculana* (s. s.) sp., 1,2 *Macoma* sp. indet., 2,4 *Thyasira* sp., 1,2 *Cardiidae*, 1,2 *Plicifusus* sp., 1,2 *Sipho* sp., 1,2 *Dentalium* sp. 8,5
74. Далее следует флиш с такой же характеристикой, но собранный в мелкие складки. Прослойки зернистого члена хотя и тонки, но также почти постоянно включают в себя грубообломочные породы — гравелиты, либо крупнозернистые песчаники с обломками местных, в основном аргиллитовых пород. В количественной пробе из такого прослоя обнаружены только неопределимые обломки раковин 11
Пропуск — 4 м.
75. Аргиллит серый, однородный, рыхлый. Без окаменелостей 8
Пропуск — 4 м.
76. Тонкослоистый песчано-аргиллитовый флиш с преобладанием аргиллитов. Без окаменелостей 10
Пропуск — 4 м.
77. Тонкослоистый песчано-аргиллитовый флиш. Мощность пар слоев песчаник — аргиллит: 9—10, 5—4, 8—10, 9—5, 5—25 и т. д. Без окаменелостей 8
78. Аналогичный флиш, собранный в мелкие складки. Без окаменелостей 8
Пропуск — 31 м.
79. Аргиллит с редкими тонкими прослоями песчаников. Линзы гравелитов. В одной из линз 1 *Yoldia* cf. *nitida* Slod., 1 *Yoldia* sp. indet., 1 *Cardiidae*, 1 *Balanus* sp., 1 *Serpulidae* 6
Пропуск — 2 м.
80. Флиш: 7—25, 10—17, 10—22, 25—30, 20—45 и т. д. В подошвах наиболее мощных ритмов — гравелиты с обломками раковин моллюсков, среди которых определены 18,5 *Nuculana alferovi* Slod., 3,3 *Yoldia nitida* Slod., 2,2 *Balanus* sp., 1,1 *Nucula* sp., 1,1 *Yoldia* (*Portlandella*) sp. indet., 1,1 *Psephaea*? sp. indet., 1,1 *Brachiopoda* 8
Пропуск — 2 м.
81. Флиш с той же характеристикой — 15,4 *Nuculana alferovi* Slod., 2,9 *Balanus* sp., 1 *Yoldia*? sp. indet., 1 *Bryozoa* 13

82. Флиш песчано-аргиллитовый среднеслоистый (5—20 см) с прослоями грубообломочных пород в основании большинства ритмов — 3 *Nuculana alferovi* Slod., 2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 2 *Balanus* sp., 1 *Serpulidae* 5
Пропуск — 2 м.
83. Аналогичный флиш — 4,5 *Balanus* sp., 2,2 *Nucula?* sp., 1,1 *Nucula* sp., 1 *Bryozoa* 11
Пропуск — 2 м.
84. Флиш того же облика — 13,6 *Nucula* sp., 8 *Nucula* sp. indet., 8 *Nuculana alferovi* Slod., 8 *Nuculana* sp. (cf. *N. alferovi* Slod.), 10 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 5,7 *Plicifusus* sp., 4,5 *Nuculana* sp. indet., 4,5 *Balanus* sp., 3,4 *Yoldia nitida* Slod., 3,4 *Nuculana* sp., 1,1 *Yoldia (Cnesterium)* sp., 1,1 *Macoma* sp., 1,1 *Polinices* sp., 1,1 *Sipho* sp. 8
Пропуск — 25 м.
85. Песчано-аргиллитовый флиш с грубообломочными породами в основаниях ритмов. Мощности пар слоев зернистые породы — аргиллит: 14—4, 4—13, 5—12, 2—18, 12—17 и т. д. В одной из проб — 3,6 *Nuculana alferovi* Slod., 1,2 *Yoldia* sp. indet., 1,2 *Naticidae*; в другой — 8,7 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 9,6 *Balanus* sp., 2,9 *Yoldia nitida* Slod., 2,9 *Nuculana alferovi* Slod., 1,9 *Nucula* sp., 1,9 *Nuculana* sp. (cf. *N. alferovi* Slod.), 1,9 *Nuculana* sp. indet., 1 *Yoldia caudata* Khom., 1 *Yoldia (s. s.)* sp. indet., 1 *Yoldia* sp. indet., 1 *Mytilus?* sp. indet., 1 *Bryozoa* 9,5
86. Аналогичный флиш, дислоцированный в мелкие складки 12
Пропуск — 20 м.

Далее начинаются выходы массивных песчаников, крупно- и грубо-зернистых гравелитов, конгломератов и обломочных известняков, относящихся к угленосному горизонту.

Кроме разреза по р. Горбуше, был детально изучен разрез по руч. Хваленскому, расположенному в 5 км севернее р. Горбуши.

Непосредственное налегание аргиллитов с остатками раковин моллюсков на пачку кремней и кремнистых аргиллитов здесь не вскрыто. Разрозненные выходы черных стекловатых кремней и кремнистых аргиллитов вверх по течению ручья сменяются выходами серых аргиллитов, не содержащих кремнистого материала.

Разрез надстраивается далее таким образом:

1. Аргиллит серый, массивный, с карбонатными конкрециями и многочисленной плавающей галькой. В двух количественных пробах найдены: 0,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet. и 2,3 *Mytilus* sp. indet. 10
2. Аналогичный аргиллит. Многочисленные обуглившиеся растительные остатки. В одной из проб — 0,2 *Yoldia* sp. indet.; в другой — 0,2 *Mya* sp., 0,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet.; в третьей — 0,2 *Palliolum* sp., 0,2 *Naticidae*. В этом интервале отобрана качественная безвыборочная проба. Приводим список определенных в этой пробе форм с указанием количества найденных экземпляров: 5 *Mytilus* sp. (cf. *Mytilus edulis* L.), 5 *Macoma* sp., 4 *Mya* sp. indet., 4 *Plicifusus* sp. indet., 2 *Malletia* sp. indet., 1 *Corbicula tusiunensis* Laut., 1 *Palliolum* sp. indet., 1 *Yoldia* sp. indet., 1 *Mya arenaria* L., 1 *Sipho tiuschevskensis* Ilyina 10
3. Аналогичный аргиллит. Иногда отмечается неясная тонкая слоистость. В одной из проб — 0,2 *Yoldia* sp., в другой — 0,5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 0,4 *Palliolum* sp.; в третьей — 0,2 *Macoma* sp., 0,2 *Palliolum* sp., 0,2 *Naticidae*. В качественной безвыборочной пробе — 9 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 5 *Palliolum* sp., 3 *Limatula pilvoensis* Laut., 2 *Malletia* sp. indet., 2 *Macoma* sp., 1 *Nuculana* sp. (cf. *N. alferovi* Slod.), 1 *Yoldia* sp. (cf. *Y. chehalisensis* Arn.), 1 *Mya* sp. indet., 1 *Mytilus* sp. indet., 1 *Cardiidae*, 1 *Trominina* cf. *umbelliformis* (Hayasaka et Uozumi), 1 *Naticidae* 10
4. Такой же аргиллит. Многочисленная плавающая галька. В пробе отсюда — 1,7 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet. 14
5. Аргиллит серый, однородный, рыхлый, без примеси грубообломочного материала. В подошве пачки отмечается чередование пластов аргиллитов обеих разновидностей. В пробе — 2 *Yoldia* sp. indet. 12
6. Аргиллит аналогичного облика, рыхлый, однородный. В пробе — 12,5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 1 *Yoldia chehalisensis* Arn., 0,9 *Nuculana* sp., 0,5 *Yoldia nitida* Slod., 0,2 *Nuculana tumiensis* Laut., 0,1 *Plicifusus* sp. Кроме того, здесь же отобрана качественная безвыборочная проба: 65 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 5 *Nuculana tumiensis* Laut., 4 *Yoldia nitida* Slod., 4 *Yoldia chehalisensis* Arn., 2 *Yoldia* cf. *deformis* Kogan, 2 *Nuculana* cf. *crassatelloides* Laut., 1 *Flicifusus* (?) sp. 20

7. Пачка аргиллитов с подчиненными по мощности 2—5-сантиметровыми прослоями песчаников серых, мелкозернистых, хорошо сортированных 10
8. Аналогичная пачка флишевого переслаивания песчаников и аргиллитов с примерно равным соотношением обеих пород. В подошвах некоторых ритмов отмечены прослой грубообломочных пород. Здесь найдены 8 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 3 *Nuculana* sp. indet., 2 *Nuculana* sp. (cf. *N. crassatelloides* Laut.), 1 *Ostrea* sp., обломок луча морской звезды, членки офиуры, обломки панцирей морских ежей 4
9. Аргиллит однородный, рыхлый, с редкими рассеянными в толще породы галечками. Одна из проб результата не дала, в другой — 0,9 *Yoldia?* sp. indet., 0,4 *Nuculana tumiensis* Laut. 8
10. В верхах аргиллитовой пачки появляются прослой песчаников серых, мелкозернистых, хорошо сортированных. Мощности пар слоев песчаник — аргиллит во флишевых ритмах: 8—40, 2—20, 5—15, 7—30, 1—150. Окаменелостей не найдено 3
11. Аргиллит. Окаменелостей не найдено 3
Пропуск — 4 м.
12. Аргиллит серый, неплотный, однородный, с редкими рассеянными галечками. В нем через 0,5—2,0 м 2—3-сантиметровые прослойки песчаников. Количественная проба результата не дала 7,1
13. Флиш. Соотношение песчаников и аргиллитов во флишевых ритмах: 5—10, 2—20, 6—8, 2—18, 8—22 и т. д. Без окаменелостей 9,6
14. Флиш более песчаный: 5—6, 15—15, 15—10, 20—15, 15—20 и т. д. Без окаменелостей 5
Пропуск — 5 м.
15. Аналогичный флиш. В одном случае в подошве ритма отмечено скопление аргиллитовых галек и остатков моллюсков. Среди наиболее сохранившихся экземпляров — 62 *Nuculana crassatelloides* Laut., 26 *Nuculana (Sacella)* sp., 9,2 *Yoldia* sp., 2,6 *Nucula* sp., 1,3 *Balanus* sp. 10
16. Флиш песчано-аргиллитовый с той же характеристикой. В количественной пробе установлены 25 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 16 *Yoldia chehalisensis* Arn., 6,8 *Yoldia watasei* Kaneh., 2,3 *Yoldia nitida* Slod., обломки раковин моллюсков. Кроме того, в карбонатных конкрециях, заключенных в аргиллитовых прослоях, найдены по одному экземпляру крупных раковин *Mytilus* sp., *Siphoniuschevchenkensis* Пуйна 16
17. Флиш с немного большей ролью песчаников. Окаменелостей не найдено 10
18. Флиш: 10—20, 15—10, 8—12, 5—17, 7—5 и т. д. Без окаменелостей 10
Пропуск — 9 м.
19. Песчано-аргиллитовый флиш с преобладанием аргиллитов. Количественные пробы из обеих литологических разностей дали нулевые результаты 12
Пропуск — 3 м.
20. Аналогичный флиш. Без окаменелостей 10
21. Песчано-аргиллитовый флиш с соотношением мощностей песчаных и аргиллитовых прослоев: 4—7, 5—7, 30—8, 28—30, 12—28 и т. д. В подошве одного из ритмов вместе с многочисленными аргиллитовыми гальками установлены 6,7 *Nuculana crassatelloides* Laut., 3,8 *Yoldia* sp., 2,9 *Nuculana (Boris-sia?)* sp. indet., обломки раковин моллюсков 13
22. Аналогичный флиш. Встречены два грубообломочных прослоя в подошвах ритмов. В одном из них в количественной пробе установлены 3,1 *Yoldia* sp., 2,1 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 1 *Nuculana crassatelloides* Laut., 1 *Nuculana* sp., в другом прослое — 17 *Nuculana* sp. indet., 3,6 *Nuculana tumiensis* Laut., 2,7 *Yoldia chehalisensis* Arn., 0,9 *Yoldia* sp. indet., обломки раковин моллюсков 10
23. Флиш: 9—16, 16—14, 12—9, 12—8, 4—12 и т. д. В подошве одного из ритмов вместе с аргиллитовыми гальками найдены многочисленные остатки моллюсков: 106 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 48 *Yoldia chehalisensis* Arn., 9,6 *Yoldia nitida* Slod., 7,7 *Nuculana tumiensis* Laut., обломки раковин моллюсков 12
Пропуск — 14 м.
24. Пачка тонкослоистого песчано-аргиллитового флиша, дислоцированного в мелкие крутые складки. Отмечены также обрывки песчаных пластов. Мощности горизонта дислоцированных пород ≈ 12
25. Складки срезаются полого залегающими пластами песчано-аргиллитового флиша со следующей характеристикой: 6—15, 8—18, 4—7, 4—8, 7—8 и т. д. Количественная проба из песчаника результата не дала 12
Пропуск — 3 м.
26. Аналогичный флиш. В подошве одного из ритмов — прослой гравелита с остатками моллюсков: 3,3 *Patella* sp., 3,3 *Yoldia chehalisensis* Arn., 1,1 *Nuculana tumiensis* Laut., 1,1 *Nuculana* sp. 6
Пропуск — 8 м.

27. Флиш. Мощности пар слоев песчаник — аргиллит в ритмах: 25 — 13, 6 — 5, 5 — 12, 18 — 7, 7 — 24 и т. д. В подошвах трех ритмов — мелкогалечные конгломераты, сложенные в основном аргиллитовыми гальками. В одном из таких прослоев взята количественная проба: 33 *Nucula* sp., 5 *Yoldia chehalisensis* Arn., 4 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 3 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 3 *Nuculana* sp. indet., 1 *Yoldia* (s. s.) indet., 1 *Nuculana crassatelloides* Laut., 1 *Laternula* sp., 1 *Siliqua* sp., 1 *Patella* sp., 1 *Balanus* sp., обломки раковин 12
Пропуск — 18 м.
28. Флиш со следующей характеристикой: 4 — 6, 5 — 10, 10 — 14, 5 — 4, 6 — 12 и т. д. В подошве одного из ритмов, в мелкогалечном конгломерате среди обломков раковин найдены 21 *Nuculana* sp. indet., 10,4 *Yoldia nitida* Slod., 7,2 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 6,2 *Yoldia chehalisensis* Arn., 3,1 *Nucula* sp. indet. 8
Пропуск — 6 м.
- 29—36. Мощная толща монотонного переслаивания песчаников и аргиллитов с некоторым преобладанием аргиллитов. Количественные пробы из обеих пород постоянно дают нулевые результаты.
Общая мощность 85
37. Аргиллит зеленовато-серый, однородный, неплотный. Окаменелостей не найдено 8
Пропуск — 8 м.
38. Песчано-аргиллитовый флиш: 6 — 42, 10 — 40, 7 — 35, 5 — 28, 17 — 40 и т. д. Без окаменелостей 3
Пропуск — 4 м.
39. Аналогичный флиш с преобладанием аргиллитов, без окаменелостей 15
40. Тонкослойный песчано-аргиллитовый флиш с несколькими мощными слоями песчаников. В одном из таких слоев подошва сложена конгломератом, состоящим из аргиллитовых галек. Остатки моллюсков: 5 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 4 *Thyasira* aff. *tigiliana* L. Krisht., 3 *Nucula crassatelloides* Laut., 2 *Nucula* sp. indet., 2 *Mytilus* sp., 2 *Plicifusus* sp., 1 *Nuculana* sp., 1 *Macoma* sp., 1 *Dentalium* sp., 1 брахиопода, 1 морской еж, остатки битой ракуши 3
Мощность, м.
41. Массивнослойный (20—50 см) песчано-аргиллитовый флиш. В середине одного из песчаных пластов — линза с крупными (до 5 см) угловатыми аргиллитовыми гальками и обломками ракуши, среди которой установлена одна *Mya* sp. 2,5
Пропуск — 4 м.
42. Среднеслойный песчано-аргиллитовый флиш: 23 — 7, 17 — 5, 22 — 8, 20 — 12 и т. д. Без окаменелостей 3,5
43. Тонкослойный флиш. Соотношение зернистой и аргиллитовой частей ритмов: 4 — 9, 8 — 7, 10 — 9, 22 — 17, 6 — 6 и т. д. Значительный процент мощности зернистой части многих ритмов (до 50) представлен мелкогалечными конгломератами или гравелитами, содержащими многочисленные обломки аргиллитовых пород и битую ракушу. Выше в каждом ритме залегает песчаник среднезернистый, перекрытый аргиллитом. В пробе 7 *Balanus* sp., 5 *Yoldia* sp. indet., 4 *Liocyma?* sp., 4 *Neptunea* sp., 2 *Yoldia (Cnesterium)* sp., 2 *Macoma* sp., 2 *Dentalium* sp., 1 *Buccinidae*, 1 *Patella* sp., 1 *Bryozoa*, обломки ракуши 12
44. Аргиллит однородный, рыхлый. По редким тонким прослоям песчаника видно, что пласты этого интервала дислоцированы в мелкие крутые складки изоклиналиного типа. Окаменелостей не найдено 15
45. Аргиллит с тонкими прослоями песчаника. Дислокаций не отмечено 10
46. Аргиллит с редкими пластинами песчаника мощностью до 0,2—0,3 м. Отмечен также один прослой гравелита, из него собраны 32 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 3 *Nucula* sp., 3 *Buccinidae*, обломки раковин 3,3
47. Песчано-аргиллитовый флиш: 10 — 4, 15 — 12, 20 — 22, 8 — 15 и т. д. Окаменелостей не найдено 4
48. Аргиллит с редкими (через 1—2 м) 5—10-сантиметровыми пластинами песчаника и обрывками более мощных пластов. Отмечаются дислокации типа мелких изоклиналиных складок. Из двух количественных проб одна показала наличие окаменелостей: 1 *Yoldia* sp. indet., 1 *Plicifusus* sp. 20
49. Аргиллит, в верхней части содержащий редкие маломощные прослои песчаника. Окаменелостей нет 10
50. Флиш со следующей характеристикой: 15 — 17, 9 — 5, 7 — 9, 5 — 8, 10 — 7 и т. д. В подошвах большинства ритмов — гравелиты и мелкогалечные конгломераты. Остатки моллюсков: 52 *Nuculana alferovi* Slod., 14 *Nuculana crassatelloides* Laut., 9,6 *Nucula* sp. indet., 5,8 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 4,8 *Yoldia nitida* Slod., 2,9 *Naticidae*, 1,9 *Palliolium* sp., 1,9 *Siliqua* sp., 1,9 *Brachiopoda*, 1 *Thyasira* sp., 1 *Cardita* sp., 1 *Maetra?* sp., 1 *Sipho* sp., 1 *Plicifusus* sp., 1 *Turritella* sp., 1 морской еж, обломки раковин 10
51. Аналогичный флиш. В пробе — 58 *Nuculana alferovi* Slod., 4,1 *Yoldia (Portlandella)* sp. indet., 3 *Yoldia* cf. *chehalisensis* Arn., 2 *Macoma* sp. indet., 2 *Mytilus*

	Мощность, м
<i>edulis</i> L. juv., 1 <i>Nuculana tumiensis</i> Laut., 1 <i>Nuculana</i> sp. indet., 1 <i>Cardiidae</i> , 1 <i>Plicifusus</i> sp., 1 <i>Buccinidae</i> , обломки раковин	10
52. Флиш с той же характеристикой. В пробе—7,3 <i>Yoldia (Portlandella)</i> sp. indet., 7,3 <i>Nuculana alferovi</i> Slod., 6,2 <i>Siliqua</i> sp., 3,1 <i>Yoldia nitida</i> Slod., 3,1 <i>Macoma</i> sp., 3,1 <i>Plicifusus</i> sp., 2,1 <i>Yoldia chehalisensis</i> Arn., 2,1 <i>Nuculana crassatelloides</i> Laut., 2,1 <i>Naticidae</i> , 2,1 <i>Dentalium</i> sp., 2,1 <i>Brachiopoda</i> , 1 <i>Nucula</i> sp., 1 <i>Mytilus edulis</i> L. juv., 1 <i>Sipho</i> sp., 1 <i>Psephaea</i> sp., 1 <i>Serpulidae</i> , 1 <i>Balanus</i> sp., 1 мшанка, обломки раковин	6
В качественной пробе, отобранной в этом же интервале, установлены кроме перечисленных также <i>Cuspidaria</i> sp., <i>Laternula</i> sp., <i>Thyasira</i> sp., <i>Palliolum watanabei</i> (Yok.).	
53. Тонкослоистый флиш. Проба из песчаника безрезультатна	12
54. Аналогичный флиш. Проба из аргиллита безрезультатна	10
55. Преимущественно аргиллитовый флиш: 15—32, 25—35, 22—43, 13—55, 43—150 и т. д. Окаменелостей не найдено	10
56. Аналогичный флиш с несколькими пластами песчаников мощностью до 180 см. Окаменелостей не найдено	7,3
57. Флиш, собранный в мелкие крутые складки, с отдельными обрывками песчаных пластов	10
58—59. В плохих условиях обнаженности выходят несколько мощных песчаных пластов. Общая мощность пачки, включая перерывы между обнаженными пластами, достигает 54 м. Окаменелостей не найдено.	
60. Выше обнажаются массивные гравелиты и грубозернистые песчаники, относящиеся к угленосному горизонту.	

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1938.
- Атлас океанографических основ рыбопромысловой карты Южного Сахалина и Южных Курильских островов, т. I. Л., 1955.
- Багдасарян К. Г., Татишвили К. Г., Казахашвили Ж. Р., Мухелишвили Л. В., Бадзюшвили Д. И., Ахведиани Е. Г., Жгенти Е. М., Тактакишвили И. Г., Квалиашвили Г. А. Справочник по экологии морских двустворок. М., «Наука», 1966.
- Безруков П. Л. Донные отложения Курило-Камчатской впадины.—Тр. Ин-та океанологии, 1955, т. XII.
- Безруков П. Л. Донные отложения Охотского моря.—Тр. Ин-та океанологии, 1960, т. XXXII.
- Безруков П. Л. Осадкообразование в северной и центральной частях Индийского океана.—Международ. геол. конгресс, XXII сессия, докл. сов. геологов. Геология дна морей и океанов. М. «Наука», 1964.
- Белова М. Б., Васильев В. Г., Власов Г. М., Грязнов Л. П., Дробкин И. Е., Жегалов Ю. В., Карбивничий И. Н., Кленов Е. П., Крылов В. В., Титов В. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Камчатки. М., ГТТИ, 1961.
- Белокрыс Л. С. Моллюсковые палеобиоценозы южноукраинского Сарматского моря.—Ископаемые и современные двустворчатые и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания. Тез. координац. colloquium. М., ПИН, 1965.
- Беляев Г. М. Физиологические особенности представителей одних и тех же видов.—Тр. Всес. гидробиол. об-ва, 1957, т. VIII.
- Беляев Г. М. Донная фауна наибольших глубин Мирового океана. М., «Наука», 1966.
- Бродская Н. Г. Донные отложения и процессы осадконакопления в Аральском море.—Тр. ИГи, геол. сер., вып. 115, (№ 57). М., Изд-во АН СССР, 1952.
- Бронштейн З. С. Класс *Brachiopoda*.—Определитель фауны и флоры северных морей СССР. М., «Сов. наука», 1948.
- Броцкая В. А., Зенкевич Л. А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря.—Тр. Всес. ин-та морск. рыби. хоз-ва и океаногр., т. IV. Пищепромиздат, 1939.
- Вассоевич Н. Б. Флиш и методика его изучения. Л.—М., ГТТИ; 1948.
- Вассоевич Н. Б. Условия образования флиша. Л.—М., ГТТИ, 1951.
- Вассоевич Н. Б. О флише. Материалы Карпато-Балканской ассоциации, № 3. Киев, Изд-во АН СССР, 1960.
- Вассоевич Н. Б. Флиш и астрогеология.—Тр. II астрогеол. конф. Изд. геогр. общ-ва, 1962.
- Виноградов Л. Г. Трофидинамика морских сообществ.—Океанология, 1966, № 6.
- Власов Г. М. История геологического развития приохотских складчатых областей.—Материалы совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских о-вов. Л., ГТТИ, 1960.
- Воробьев В. П. Бентос Азовского моря. Крымиздат, 1949.
- Геккер Р. Ф. Введение в палеоэкологию. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Геккер Р. Ф., Осипова А. И., Бельская Т. Н. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. М., 1962.
- Голиков А. Н. Экологические особенности прибрежных морских донных биоценозов Южного Приморья и Южного Сахалина в связи с гидрологическим режимом.—II Международный океанол. конгресс; тез. докл. М., «Наука», 1966.
- Гордеева К. Т. Материалы по количественному изучению зообентоса западно-камчатского шельфа.—Изв. ТИНРО, т. XXVI. Владивосток, 1948.
- Горшкова Т. И. Донные осадки и грунтовые растворы Азовского моря.—Современные осадки морей и океанов. М., Изд-во АН СССР, 1961.

- Грещишкин Л. А. Геологический очерк восточного побережья Камчатки (Усть-Камчатск-Петропавловск).— Тр. НГРИ, 1935, сер. А, вып. 72.
- Гурьянова Е. Ф. Командорские острова и их морская прибрежная фауна и флора.— Природа, 1935, № 11.
- Гурьянова Е. Ф. Особенности Белого моря как морского бассейна и перспективы искусственного повышения его продуктивности.— Вестн. ЛГУ, 1949, № 3.
- Данбар К., Роджерс Дж. Основы стратиграфии. М., 1962.
- Двали М. Ф. Геологическое строение и нефтеносность Восточной Камчатки.— Тр. ВНИГРИ, вып. 16. ГТТИ, 1955.
- Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования.— Зап. Акад. наук., т. XXXIV. Петроград, 1915.
- Дерюгин К. М. Фауна Белого моря и условия ее существования.— Исслед. морей СССР, вып. 7—8. Л., изд. Гос. гидрол. ин-та, 1928.
- Дерюгин К. М. Зоны и биоценозы залива Петра Великого. Сб., посв. науч. деятельности Н. М. Книповича. М., Пищепромиздат, 1939.
- Дьяков Б. Ф. Геологическое строение и нефтегазоносность Западной Камчатки.— Тр. ВНИГРИ, вып. 14. ГТТИ, 1955.
- Жирмунский А. В. Сравнительное исследование теплоустойчивости клеток морских беспозвоночных в связи с их географическим распространением и экологией.— Клетка и температура среды. Тр. Междунар. симп. по цитозологии. М.—Л., 1964.
- Жирмунский А. В. Сравнительные исследования теплоустойчивости клеток морских моллюсков в связи с современным распространением и температурными условиями существования видов.— Ископ. и совр. двуств. и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания. Тез. координационного коллоквиума. М., ПИН, 1965.
- Жирмунский А. В. Вопросы цитозологии.—Руководство по цитологии, т. 2. М.—Л., 1966.
- Затонский Л. К., Канаев В. Ф., Тихонов В. И., Удинцев Г. Б. Подводный рельеф Курило-Камчатской впадины и ее вулканизм.— Океанология, т. 1, вып. 2. М., 1961.
- Захаров В. А. Позднеюрские и раннемеловые двустворчатые моллюски севера Сибири. М., «Наука», 1966.
- Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря, т. II. М., «Сов. наука», 1947, т. I. «Сов. наука», 1951.
- Зенкевич Л. А. Моря СССР, их фауна и флора. Учпедгиз, 1956.
- Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. М., 1963.
- Зенкевич Л. А., Бириштейн Я. А. О древности глубоководной фауны.— Океанология. т. I, вып. 2. М., 1961.
- Зенкевич Л. А., Бириштейн Я. А., Беляев Г. М. Исследования донной фауны Курило-Камчатской впадины.— Тр. ин-та океанологии, 1955, т. XII.
- Зенкевич Л. А., Филатова З. А. Общая краткая характеристика качественного состава и количественного распределения донной фауны дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана.— Тр. ин-та океанологии, 1958, т. XXVII.
- Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, ч. 1. Волновые процессы. М.—Л., Изд-во «Морской транспорт», 1946.
- Зернов С. А. Общая гидробиология. М.—Л., Биомедгиз, 1934.
- Иванова Е. А. Условия существования, образ жизни, история развития некоторых брахиопод среднего и верхнего карбона Подмосковской котловины.— Тр. ПИН, т. XXI. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
- Иванова Е. А. Детальное сопоставление морских отложений по фауне.—Материалы палеонто. совещания по палеозою. М., 1953.
- Иванова Е. А. Развитие фауны в связи с условиями существования.— Тр. ПИН, 1959, т. XIX.
- Имбри Дж. Анализ биофаций.— Земная кора. М., ИЛ, 1957.
- Карпевич Ф. А. О теоретических основах акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР.— Материалы I съезда Всес. гидробиол. об-ва. М., «Наука», 1966.
- Кленова М. В. Геология, моря. М., Учпедгиз, 1948.
- Кленова М. В. Процессы осадкообразования на подводном склоне Каспия в пределах Азербайджана.— Современные осадки Каспийского моря. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Кленова М. В. Геология Баренцова моря. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Кленова М. В., Ястребова Л. А. Осадки северной части Каспийского моря.— Современные осадки Каспийского моря. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Крашенинников В. А. Изменения комплексов фораминифер в ритмах осадконакопления миоценовых отложений юго-запада Русской платформы.— Вопр. микропалеонтологии, вып. 4. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Криштофович Л. В. Разделение третичных отложений Дальневосточной провинции на ярусы (на примере Сахалина).— Унифицированные стратиграфические схемы Северо-Востока СССР. М., 1961.
- Кузнецов А. П. Материалы по количественному учету донной фауны Камчатского залива.— Тр. Ин-та океанологии, т. XLVI. М., Изд-во АН СССР, 1961.

- Кузнецов А. П.* Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и Северных Курильских островов. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Лисицын А. П.* Донные отложения Берингова моря.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXIX. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Лисицын А. П.* Процессы современного осадконакопления в Беринговом море. М., «Наука», 1966.
- Марковский Б. П.* Методы биофациального анализа. М., «Недра», 1966.
- Менард Г. У.* Геология дна Тихого океана. М., «Мир», 1966.
- Мерклин Р. Л.* Leda как показатель ископаемой среды.— Сб. «Памяти акад. А. А. Борисяка». Тр. ПИН, т. XX. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
- Мерклин Р. Л.* Пластинчатожаберные спириалисовые глин, их среда и жизнь.— Тр. ПИН, т. XXVIII. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950.
- Мерклин Р. Л.* Экология и тафономия. Класс *Bivalvia*.— Основы палеонтологии. Моллюски — панцирные, двустворчатые, лопатоногие. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Мерклин Р. Л.* Жизненные формы и их значение для палеоэкологического анализа.— Ископаемые и современные двустворчатые и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания. Тез. координационного коллоквиума. М., ПИН, 1965.
- Мерклин Р. Л., Гончарова И. А., Амитров О. В., Фокина Н. А.* Условия существования двустворчатых и брюхоногих моллюсков в олигоценовом море юго-западного Крыма.— Ископаемые и современные двустворчатые и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания. Тез. координационного коллоквиума. М., ПИН, 1965.
- Месяцев И. И.* Моллюски Баренцова моря.— Тр. Гос. океаногр. ин-та, 1931, т. 1, вып. 1.
- Милашевич О. К.* Моллюски русских морей.— Фауна России и сопредельных стран. «Зоол. музей Акад. наук». Петроград, 1916.
- Мурдмаа И. О.* Морские осадки вулканической зоны Курильских островов.— Современные осадки морей и океанов. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Мурдмаа И. О.* Осадкообразование на шельфах Курильских островов.— Дельтовые и мелководно-морские отложения. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Нейман А. А.* Некоторые закономерности количественного распределения бентоса в Беринговом море.— Океанология, т. 1, вып. 2. М., 1961.
- Нейман А. А.* Количественное распределение бентоса на шельфе и верхних горизонтах склона восточной части Берингова моря.— Советские рыбохоз. исслед. в сев.-вост. части Тихого океана, вып. 1. М., 1963.
- Осипова А. И.* Палеоэколого-литологический анализ осадочных толщ, как основа детальной стратиграфии.— Вопр. геологии Азии. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Пастернак Ф. А.* Количественное распределение и фаунистические группировки бентоса Сахалинского залива и прилегающих участков Охотского моря.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXIII. М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Петелин В. П.* Осадкообразующая деятельность суспензионных потоков.— Бюлл. МОИП, 1957, отд. геол., т. XXXII, вып. 3.
- Петелин В. П.* О донных осадках западной части Тихого океана.— Океанологические исследования, № 2. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов. Л., ГТТИ, 1961.
- Романкевич Е. А., Баранов В. И., Христианова Л. А.* Стратиграфия и абсолютный возраст четвертичных осадков западной части Тихого океана.— Междунар. геол. конгресс, XXII сессия. Докл. советских геологов. Геология дна морей и океанов. М., «Наука», 1964.
- Рухин Л. Б.* Основы общей палеографии. Л., ГТТИ, 1962.
- Рухин Л. Б.* Климаты прошлого и биостратиграфия.— Вопр. палеобиогеографии и биостратиграфии. Тр. I сессии Всесоюзн. палеонт. об-ва. М., ГТТИ, 1957.
- Рябинина Н. В.* *Carditacea*. Чукотского моря и Берингова пролива.— Крайний Северо-Восток Союза ССР, т. II. Фауна и флора Чукотского моря. М., изд-во АН СССР, 1952.
- Савилов А. И.* Биологический облик группировок донной фауны северной части Охотского моря.— Тр. Ин-та океанологии, т. XX. М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Савилов А. И.* Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря.— Тр. Ин-та океанологии, т. XLVI. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Салин Ю. С.* Зоогеография миоцена Камчатки и вулканизм Срединного хребта. ДАН СССР, 1964а, т. 155, № 5.
- Салин Ю. С.* К палеонтологическому обоснованию разрезов неогена Восточной Камчатки.— Изв. АН СССР, сер. геол. 1964б, № 6.
- Салин Ю. С.* Опыт применения методики количественного учета в палеоэкологии.— Ископаемые и современные двустворчатые и брюхоногие моллюски как показатели среды обитания. Тез. координационного коллоквиума. М., ПИН, 1965.
- Салин Ю. С.* Опыт применения методики количественного учета в палеоэкологии.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1966, т. XLI (5).

- Слодкевич В. С.* Третичные пелециподы Дальнего Востока.— Палеонтология СССР, т. X, ч. 3, вып. 18—19. М.—Л., 1938.
- Соколова М. Н.* Распределение группировок (биоценозов) донной фауны глубоководных впадин северо-западной части Тихого океана.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXXIV. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Страхов Н. М.* Химическое изучение осадочных пород в генетических и корреляционных целях.— Методы изучения осадочных пород, т. II, М., 1957.
- Страхов Н. М.* Основы теории литогенеза, т. I—II. М., Изд-во АН СССР, 1960—1962.
- Турпаева Е. П.* Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных.— Тр. Ин-та океанологии, т. VII. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Турпаева Е. П.* Типы морских донных биоценозов и зависимость их распределения от абiotic факторов среды.— Тр. Ин-та океанологии, т. XI. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Турпаева Е. П.* Пищевые взаимоотношения между доминирующими видами в морских биоценозах.— Тр. Ин-та океанологии, т. XX. М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Ушаков П. В.* К фауне опресненных вод Амурского лимана и Сахалинского залива Охотского моря.— Бюлл. Тихоокеанск. комитета АН СССР, 1934, № 3.
- Ушаков П. В.* Фауна беспозвоночных Амурского лимана и соседних опресненных участков Сахалинского залива.— Сб. «Памяти акад. С. А. Зернова». М.—Л., 1948.
- Ушаков П. В.* Фауна Охотского моря и условия ее существования. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Удинцев Г. Б.* О рельефе дна западной части Тихого океана.— Океанологические исследования, № 2. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Удинцев Г. Б., Бойченко И. Г., Канаев В. Ф.* Рельеф дна Берингова моря.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXIX. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Федосов М. В.* Некоторые характеристики осадконакопления в Азовском море.— Современные осадки морей и океанов. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Филатова З. А.* Количественный учет донной фауны юго-западной части Баренцова моря.— Тр. Полярного научн.-исслед. ин-та рыбы, хоз-ва и океанографии, 1938, вып. 2.
- Филатова З. А.* Общий обзор фауны двустворчатых моллюсков северных морей СССР.— Тр. Ин-та океанологии, т. XX. М., Изд-во АН СССР, 1957а.
- Филатова З. А.* Зоогеографическое районирование северных морей по распространению двустворчатых моллюсков.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXIII. М., Изд-во АН СССР, 1957б.
- Филатова З. А.* О некоторых новых видах двустворчатых моллюсков северо-западной части Тихого океана.— Тр. Ин-та океанологии, т. VI. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Филатова З. А.* О некоторых новых видах двустворчатых моллюсков северо-западной части Тихого океана.— Тр. Ин-та океанологии, т. XXVII. М., Изд-во АН СССР, 1958.
- Филатова З. А., Зенкевич Л. А.* Количественное распределение донной фауны Карского моря.— Тр. Всес. гидробиол. об-ва, 1957, т. VIII.
- Хворова И. В.* О происхождении флиша.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1958, № 33, вып. 5.
- Хворова И. В.* Флишевая и нижнемолассовая формации Южного Урала.— Тр. ГИН, вып. 37. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Храмов Н. А., Салин Ю. С.* Некоторые вопросы стратиграфии Восточной Камчатки.— Стратиграфия вулканогенных формаций Камчатки. М., «Наука», 1966.
- Эрикссон Д. Б., Юинг М., Хизен Б., Воллин Г.* Отложение осадков в глубоководной части Атлантики.— Земная кора, М., ИЛ, 1957.
- Юдовный Е. Г., Захаров В. А.* О ритмичности и следах размылов в отложениях неокома на р. Боярке (Хатангская впадина).— Геол. и геофиз., 1966, № 4.
- Юинг М., Хизен Б.* Топографические и геофизические данные о желобе Пуэрто-Рико.— Земная кора, М., ИЛ, 1957.
- Abbot R. T.* The American Seashells. Van Nostrand, Co. N. Y., 1954.
- Jonson Ch. W.* List of marine Mollusca of the Atlantic coast from Labrador to Texas.— Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist., vol. 40, No 1. Boston, 1934.
- Kanno S.* The System of the Chichibu Basin, Saitama Pref. Publ. by the Japan Soc. for the Promotion of Science. Ueno, Tokyo, 1960.
- Kuenen H.* Experimente in connection with turbidity currents and claysuspensions.— Submarine Geol. and Geophys. London, 1965.
- Loel W. and Corey W. H.* The Vaqueros Formation, Lower Miocene of California. Univers. of California Press, Berkeley, Calif., 1932.
- Oldroyd I. S.* The marine shells of the West coast of North America. Stanf. Univers., Calif., 1924—1927.
- Oyama K., Mizuno A., Sakamoto T.* Illustrated Handbook of Japanese Paleogene Molluscs. Geol. Survey of Japan, 1960.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Методика количественного учета	8
Использование данных по условиям обитания современных донных беспозвоночных	8
Применение принципа актуализма в палеоэкологии	10
Отношение к пище	11
Отношение к грунту	12
Отношение к кислороду	13
Отношение к солености	13
Отношение к температуре	14
Отношение к глубине	15
Палеоэкологические классификации	17
Пищевые группировки	17
Кислородные группировки	20
Грунтовые группировки	20
Солевые группировки	21
Температурные группировки	22
Принципы восстановления физико-географических условий древних бассейнов по количественным палеоэкологическим данным	22
Пища	22
Грунт	23
Газовый режим	24
Гидродинамический режим	25
Соленость	28
Температура	28
Глубина	29
Отсутствие окаменелостей как показатель физико-географических условий древних бассейнов	30
О возможности применения количественного учета для детальной биостратиграфии	33
Методика полевых и камеральных работ	35
Количественная палеоэкология ископаемых сообществ, биостратиграфия и условия образования усть-камчатской серии	43
Разрез усть-камчатской серии	43
Расчленение и корреляция разрезов по количественным показателям	50
Условия образования нижней части усть-камчатской серии.	59
Условия образования аргиллитового горизонта с иольдиями, мидиями, паллиолумами и другими разнообразными моллюсками	60
Условия образования аргиллитового горизонта с иольдиями и нукуланами	69
Некоторые общие черты нижней флишевой толщи	74
I группа сообществ	76
II группа сообществ	84
Условия обитания сообществ I группы	88
Механизм образования флишевых ритмов	90
Некоторые общие черты палеогеографии бассейна флише-накопления	94
Условия образования слоев с <i>Yoldia nitida</i> , <i>Thyasira</i> aff. <i>tigiliana</i> и морскими ежами	98
Условия образования слоев с <i>Yoldia chehalisensis</i> и <i>Nuculana tumiensis</i>	101
Условия образования слоев с нукулами и <i>Yoldia chehalisensis</i>	103
Условия образования слоев, бедных окаменелостями	103
Условия образования слоев с <i>Nuculana alferovi</i>	105
Условия образования угленосного горизонта и верхней флишевой толщи	106
Приложение. Разрезы аргиллитовых горизонтов и нижней флишевой толщи	107
Литература	118

CONTENTS

Introduction	5
Quantitative methods	8
Using of data on living conditions of recent Benthonic invertebrata	8
Principle of actualism in paleoecology	10
Relation to food	11
Relation to ground	12
Relation to oxygen	13
Relation to salinity	13
Relation to temperature	14
Relation to depth	15
Paleoecological classifications	17
Food groups	17
Oxygenous groups	20
Ground groups	20
Saline groups	21
Temperature groups	22
Principles of reconstruction of physico-physico-geographical conditions old basins on the quantitative paleoecological data	22
Food	22
Ground	23
Gas regime	24
Hydrodynamic regime	25
Salinity	28
Temperature	28
Depth	29
The absence of fossils as an indicator of physico-geographical conditions in old basin	30
Using of Quantitative methods for detailed biostratigraphy	33
Methods of field and laboratory works	35
Quantitative paleoecology of fossil assemblages biostratigraphy and conditions of sedimentation of Ust-Kamchatsk series	43
Stratigraphical section of Ust-Kamchatsk series	43
Detailed subdivision and correlation of section by quantitative data	50
Conditions of sedimentation of lower part of Ust-Kamchatsk series	59
Condition of sedimentation of argillite horizon including yoldia, mytilus, palliolum and other various molluses	60
Condition of sedimentation of argillite horizon including yoldia and nuculana	69
Some features of lower flysh rock mass	74
I group of assemblages	76
II group of assemblages	84
Living conditions of assemblages of I group	88
Mechanism of formation of flysh rhythms	90
Some features of paleogeography of basin with flysh sedimentation	94
Conditions of sedimentation of beds including <i>Yoldia nitida</i> , <i>Thyasira aff. tigiliana</i> and echinoids	98
Conditions of sedimentation of beds including <i>Yoldia chehalisensis</i> and <i>Nuculana tumiensis</i>	101
Conditions of sedimentation of beds including <i>nucula</i> and <i>Yoldia chehalisensis</i>	103
Conditions of formation of fossil-poor beds	103
Conditions of sedimentation of beds including <i>Nuculana alferovi</i>	105
Conditions of sedimentation of coal-bearing horizon and upper flysh rock mass	106
Appendix. Stratigraphic section of argillite horizon and of lower flysh rock mass	107
References	118

ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ САЛИН
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ В ПАЛЕОЭКОЛОГИИ И БИОСТРАТИГРАФИИ
(на примере неогеновой усть-камчатской серии)

Ответственный редактор

Роман Львович Мерклин

Редактор *С. А. Садко*
Художник *Н. А. Пискун*
Художественный редактор *В. И. Шумаков*
Технический редактор *Н. М. Бурлаченко*
Корректоры *Е. Ф. Бурова, Р. С. Митяева*

Сдано в набор 18 июля 1972 г. Подписано в печать 20 декабря 1972 г. МН01080. Формат бумаги 70×108¹/₁₆. 7,75 печ. л.; 10,8 усл.-печ. л.+1 вкл.; 11,2 уч.-пзд. л. Тираж 725. Заказ 7805. Цена 1 р. 13 к.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. Новосибирск, 99, Советская, 18
Типография издательства «Омская правда», проспект Маркса, 39.