

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБУ «ДВНИГМИ»)

УДК 574.2
Рег. № НИОКТР 125021302107-2
Рег. № ИКРБС



ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Развитие методов оценки состояния морской среды по данным гидрохимического и гидробиологического мониторинга в заливе Петра Великого (Японское море)
по теме:

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОННЫХ ЖИВОТНЫХ ВДОЛЬ ГРАДИЕНТА
ЭВТРОФИКАЦИИ И КОРРЕКЦИЯ МОРСКИХ БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ (AMBI И
M-AMBI) НА ОСНОВЕ ТЕКУЩИХ И ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
(промежуточный, этап 1)

4.6.6

Руководитель НИР
Ведущий научный сотрудник
Отдела региональной океанографии
и гидрометеорологии
доктор биол. наук:

A large handwritten signature in blue ink, appearing to read 'А.В. Мощенко', is written over a checkmark.

А.В. Мощенко

Владивосток 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
вед. науч. сотр.,
д-р биол. наук

 16.12.2025 А. В. Моценко
подпись, дата (введение, раздел 1–3,
заключение)

Исполнители:

Вед. науч. сотр.,
канд. биол. наук

 16.12.2025 Т. А. Белан
подпись, дата (раздел 1)

Научный сотр.

 16.12.2025 Б. М. Борисов
подпись, дата (раздел 1)

Инженер 2 кат.

 16.12.2025 Е. А. Кадун
подпись, дата (раздел 1–3)

Инженер 2 кат.

 16.12.2025 А. В. Калюкина
подпись, дата (раздел 1)

Нормоконтроль

 16.12.2025 Р. В. Усольцева
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Отчет 142 с., 1 кн., 27 рис., 8 таб., 55 источн., 1 прил.: 42 рис., 8 таб.

МОНИТОРИНГ, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ, ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, БИОТИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ *AMBI* И *M-AMBI*, КОРРЕКЦИЯ

В соответствии с Государственным заданием запланированные на 2025 г. работы по систематизации и анализу данных полностью выполнены.

Цель работы – скорректировать биотические индексы *AMBI* и *M-AMBI* для применения на акватории зал. Петра Великого.

В процессе работы систематизированы данные по факторам среды и количественным характеристикам макрообентоса, полученные при выполнении НИР 4.6.2 и 4.6.3 (2020–2024 гг.). На основе встречаемости (более 5 случаев обнаружения) для последующего анализа были выбраны 210 представителей макрообентоса (приблизительно 40 % найденных видов). У этих животных при помощи моделей Хаусмана-Олфа-Фреско были получены кривые отклика на изменение содержания $C_{\text{орг}}$ в грунтах для встречаемости, плотности поселения и биомассы (всего 630 моделей).

Применение алгоритма нечетких множеств для анализа координат точек основных параметров распределений таксонов макрообентоса вдоль градиента содержания $C_{\text{орг}}$, а также использование реальных значений ширины внешних ниш этих видов (бионтности) позволило уточнить классификацию донных животных по отношению к содержанию $C_{\text{орг}}$ (изменена асигнации 126 таксонов). В уточненном виде ее применение повышает эффективность биоиндикации концентрации $C_{\text{орг}}$ в донных отложениях более чем в два раза (с 28,4 до 60,2 %, коррекция индекса *AMBI*). Такое приращение эффективности и заметное превышение 50-% порога детерминации содержания $C_{\text{орг}}$ дает возможность разработать индекс для биоиндикации концентрации $C_{\text{орг}}$ в донных отложениях. У *M-AMBI* это приращение гораздо скромнее (не более 2,6–9,6 % в разных вариантах ANCOVA), что объясняется тем, что состояние макрообентоса на акватории залива Петра Великого определяется, в первую очередь, уровнем загрязнения, а не содержанием $C_{\text{орг}}$. Последнее говорит о том, что при определении состояния или статуса донного населения (вычислении *M-AMBI*) логичнее использовать TPF_{bio} , а не *AMBI*; возможно и включение в расчеты обоих этих показателей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Материалы и методы.....	15
1.1 Использованные данные, отбор и обработка проб.....	15
1.2 Анализ данных.....	16
1.3 Статистический анализ и алгоритм вычислительных процедур.....	18
2 Распределение видов макрозообентоса вдоль градиента концентрации органического углерода в заливе Петра Великого.....	26
2.1 Выбор модели (кривой отклика).....	26
2.2 Результаты моделирования и выбор переменных для классификации таксонов макрозообентоса по отношению к содержанию $C_{\text{опрг}}$	29
3 Классификации таксонов макрозообентоса по отношению к содержанию $C_{\text{опрг}}$	32
3.1 Первичная классификация.....	32
3.2 Результаты анализа бионтности и итоговая классификация.....	36
3.3 Эффективность скорректированных индексов <i>AMBI</i> и <i>M-AMBI</i>	40
3.4 Сравнение пространственных распределений индексов <i>AMBI</i> и <i>M-AMBI</i> до и после коррекции.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	58

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивная экономическая эксплуатация прибрежных акваторий РФ обуславливает необходимость комплексного изучения морской среды. Ее мониторинг должен включать наблюдения как за факторами воздействия (загрязнениями), так и за состоянием элементов биосфера (откликами живых организмов на эти воздействия), за изменением их структурных и функциональных показателей [1, 2]. Одними из наиболее эффективных методов оценки являются наблюдения за уровнем загрязнения осадков и состоянием донных животных. При этом контроль гидробиологических показателей является приоритетным, поскольку обеспечивает возможность прямой оценки состояния водных экосистем, испытывающих вредное влияние антропогенных факторов.

Общие правила Евросоюза, касающиеся экологического качества озерных, речных, переходных (эстуарии и лагуны) и прибрежных вод сформулированы в Рамочной Директиве по водным ресурсам (Water Framework Directive – WFD) [3, 4]. Эти правила для морских вод изложены в Рамочной Директиве ЕС о морской стратегии (Marine Strategy Framework Directive – MSFD) [5]. Экологическая концепция обеих директив, в принципе, очень проста и состоит в сравнении текущего состояния какой-либо акватории с ее статусом при минимальном или постоянном хозяйственном использовании и, при деградации условий, вмешательстве в ситуацию, чтобы вернуть хороший экологический статус данному району [6]. В WFD и MSFD существует множество индикаторов, целевых значений и подходов к установлению эталонов, определяющих само понятие «хорошего экологического статуса» или «хорошего состояния среды» (соответственно GES и GEnS). Одними из основных «инструментов», при помощи которых определяется состояние морской среды (донного населения) являются индексы *AMBI* и *M-AMBI* (AZTI Marine Biotic Index и Multivariate AZTI Marine Biotic Index).

Определение *AMBI* основано на так называемых биотических индексах (Biotic Indices – BI), полученных М. Глемареком и С. Хайли [7, 8] по результатам исследований бентоса рыхлых грунтов. Макрозообентос таких осадков отвечает на воздействие среды (изначально – на поступление органического углерода – $C_{\text{орг.}}$ – в экосистему), используя разные адаптивные стратегии. Дж. Грэй [9]^{*} суммировал эти стратегии в три группы: *r*-стратеги (виды с коротким жизненным циклом, быстрым ростом, ранним половым созреванием и выбросом личинок в течение года); *k*-стратеги (относительно долгоживущие

^{*} В соответствие с *r*- и *k*-селекцией – терминами, предложенными Р. МакАртуром и Э. Вильсоном [10]. Дж. Грэй лишь применил эту терминологию при объяснении изменений, происходящих в бентосном населении при загрязнении.

и медленно растущие виды, имеющие большую биомассу); *T*-стратеги (виды, устойчивые к воздействию и не подверженные влиянию изменений среды).

С. Сале-Пикар [11] предложил выделять четыре последовательных состояния биоты, обусловленных экологическим стрессом:

(1) исходное (отсутствие загрязнения, присутствуют биоценозы большой плотности поселения, богатые видами, включая редкие, и имеющие высокое разнообразие);

(2) легкого дисбаланса (исчезновение редких видов, пролиферация устойчивых и появление пионерных видов, снижение разнообразия);

(3) выраженного дисбаланса (в популяциях доминируют позитивные индикаторы загрязнения, очень низкое разнообразие);

(4) мертвые зоны (azoic substrata).

В соответствии с этими четырьмя состояниями донного населения С. Хайли и М. Глемарек [8, 12] предложили разделить макрофауну рыхлых грунтов на пять групп видов, отличающихся по распределению вдоль градиента стрессового воздействия (содержания C_{opr}). «Эти экологические группы выступают в качестве важного метода оценки состояния морской среды с позиций деградации и восстановления» [13]. Их описание было сделано несколько позже [14]:

– Группа I. Виды, которые очень чувствительны к содержанию органического углерода и присутствуют при незагрязненных условиях (исходное состояние). Чаще всего, это специализированные хищники и некоторые трубчатые полихеты-грунтоеды.

– Группа II. Виды, индифферентные к росту концентрации органического вещества, в небольших количествах они всегда присутствуют без значительных изменений во времени (от исходного состояния до легкого дисбаланса). В основном, это фильтраторы, в меньшей степени – выборочные хищники и падальщики.

– Группа III. Виды, толерантные к повышению содержания органического вещества. Они встречаются и при нормальных условиях, но могут давать «вспышки» плотности при умеренном увеличении C_{opr} . (ситуация легкого дисбаланса). Обычно, это поверхностные грунтоеды, такие как трубчатые спиониды.

– Группа IV. Виды-оппортунисты 2-го порядка (ситуации от легкого до выраженного дисбаланса). Главным образом, это мелкие полихеты – подповерхностные грунтоеды, такие как цирратулиды.

– Группа V. Виды-оппортунисты 1-го порядка (ситуация выраженного дисбаланса). Это виды, питающиеся донными отложениями и создающие плотные поселения в истощенных осадках.

Теоретическое распределение относительного обилия каждой экологической группы вдоль градиента загрязнения*, основанное на моделях С. Хайли [8, 13, 15], показано на рисунке 1. Ограничение применения этих моделей состоит в дискретности значений биотического индекса и в том, что его вычисления не систематизированы. С целью улучшения этого индекса, А. Боря с коллегами [16, 17] предложили следующее выражение:

$$BC (AMBI) = [(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100 \quad (1)$$

где GI–GV – группы видов. Вычисления базируются на процентном обилии каждой экологической группы в каждой пробе; в их результате получается показатель, имеющий непрерывный ряд значений – Биотический Коэффициент (Biotic Coefficient – BC), в дальнейшем переименованный в $AMBI$ самими авторами выражения (1). В соответствие с пятью уровнями экологического состояния (Ecological status – ES), принятыми в WFD, существует пять диапазонов $AMBI$ по степени повреждения или нарушения (таблица 1) [16].

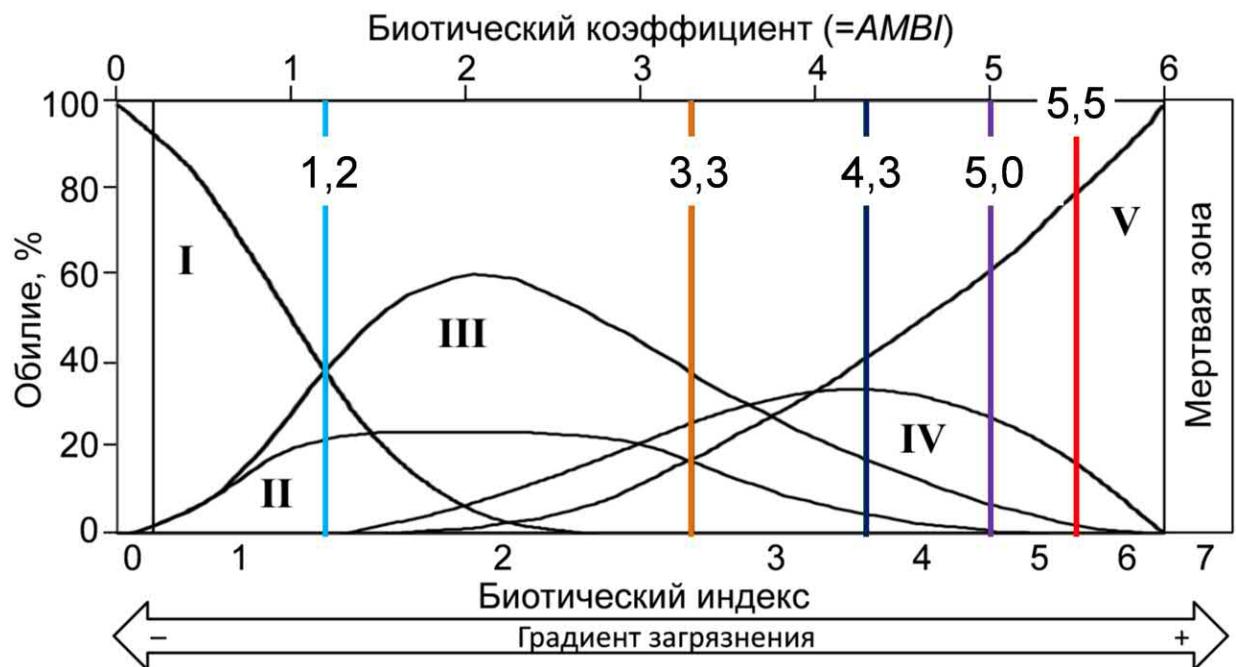


Рисунок 1 – Схематическое распределение видов макрозообентоса вдоль градиента концентраций органического углерода и индекс $AMBI$, по [17] с изменениями. Показаны границы «степени нарушения» местообитаний (см. таблицу 1)

К сожалению, в некоторых случаях применение этого индекса для установления экологического состояния приводит к явно ошибочным выводам [18]. К таким ситуациям относятся:

* По нашему мнению, содержание органического углерода (эвтрофикация) и степень загрязнения осадков отнюдь не идентичные, хотя и сильно коррелированные факторы.

Таблица 1 – Классификация состояния, статуса донного населения и нарушений местообитаний на основе индексов *AMBI* и *M-AMBI* (по [19], добавлены градации *M-AMBI* из [20])

Градации <i>AMBI</i>	Доминирующая экологическая группа	Состояние донного сообщества	Классификация нарушений (повреждений) местообитания	Экологический статус EcoQ (<i>sensu</i> WFD)	Градации <i>M-AMBI</i>
$0,0 < \text{AMBI} \leq 0,2$	I	Нормальное	Ненарушенное	Высокий статус	$> 0,77$
$0,2 < \text{AMBI} \leq 1,2$		Вырождающееся			
$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Несбалансированное	Слегка нарушенное	Хороший статус	$> 0,53 - 0,77$
$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$	IV–V	Переходное к загрязненному	Умеренно нарушенное	Умеренный статус	$> 0,39 - 0,53$
$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$		Загрязненное			
$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$	V	Переходное к сильно загрязненному	Сильно нарушенное	Обедненный статус	$> 0,2 - 0,39$
$5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$		Сильно загрязненное			
$6,0 < \text{AMBI} \leq 7,0$	Биота отсутствует	Биота отсутствует	Экстремально нарушенное	Плохой статус	$\leq 0,2$

Примечание. EcoQ – Ecological Quality (экологическое качество), WFD – Water Framework Directive (Рамочная Директива по водным ресурсам).

– Области высокой гидродинамической активности (например, открытые побережья) обычно имеют низкие величины структурных параметров биоты (таких как видовое богатство и разнообразие) и, иногда, высокие значения *AMBI*. Экологический статус таких участков может быть охарактеризован как «обедненный» или даже «плохой», хотя они не подвержены антропогенному давлению, и открыты только естественному воздействию.

– В некоторых районах, где имеет место процесс реколонизации, можно найти множество существенных различий среди значений структурных параметров на близко расположенных станциях. Это, например, внезапное увеличение богатства, разнообразия и/или обилия [21], что также ведет к ошибкам в классификации экологического состояния.

Чтобы избежать таких ошибок, И. Муксика с коллегами [18] предложили использовать индекс *M-AMBI*, или Многомерный (Multivariate) *AMBI*. Он вычисляется на основе процедуры факторного анализа по индексам *AMBI*, видового разнообразия Шеннона-Винера H' и видового богатства Маргальефа R (рисунок 2). В качестве R используется его самый простой вариант – число видов в пробе или на станции. Этот индекс, по мнению авторов, как и *AMBI*, характеризует экологическое состояние (статус) макрозообентоса, и изменяется от 0 до 1. Градации *M-AMBI*, принятые в рамках WFD, представлены в таблице 1. Следует заметить, что *M-AMBI* также не избежал критики. Например, М. Сиговини с соавторами [22] считают процедуру его вычисления «непрозрачной» и доказывают, что *M-AMBI* может быть вычислен как сумма предварительно нормализованных по максимальным значениям и усредненных *AMBI*, R и H' (коэффициент корреляции у *M-AMBI* и *M-AMBI_n* $r=0,999-1,000$).

Однако использование индексов *AMBI* и *M-AMBI* имеет явные и существенные преимущества:

- Во-первых, имеется подробная инструкция подготовки данных для их вычисления [23];
- Во-вторых, все вычисления осуществляются автоматически, так как существует программное обеспечение, использующее свою пополняемую базу данных (последнее обновление – май 2022), имеющее удобный и простой интерфейс и свободно распространяемое в интернете (рисунок 3) [20]. При наличии ППП MatLab базу *AMBI* может изменить и дополнить любой пользователь;
- В-третьих, применение этих индексов позволяет характеризовать как само экологическое состояние и статус донного населения, так и степень нарушения местообитаний самих животных (таблица 1).

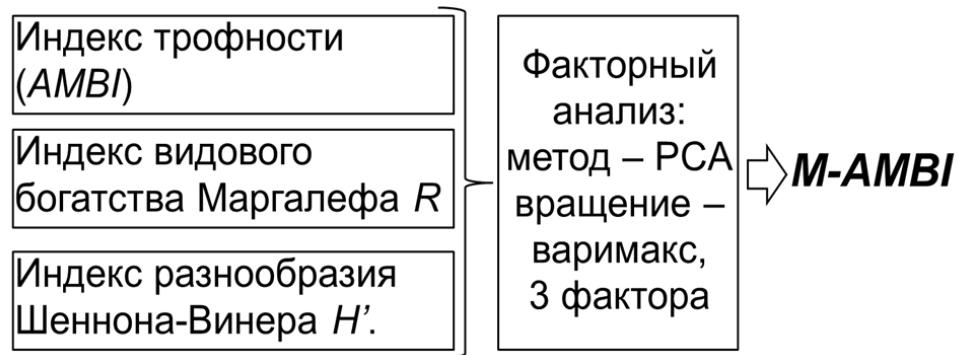


Рисунок 2 – Схема вычисления индекса *M-AMBI*

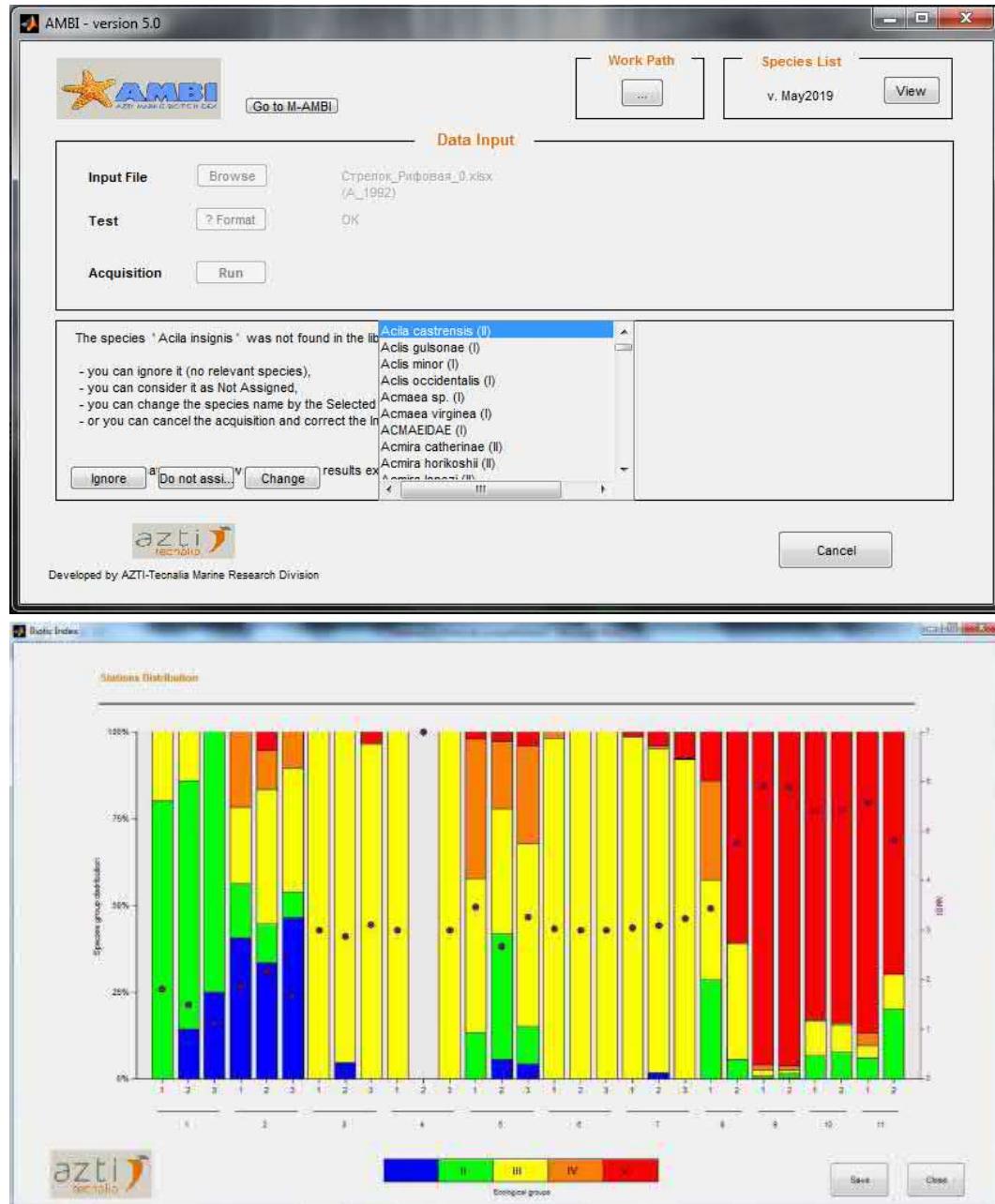


Рисунок 3 – Интерфейс программы для вычисления индексов *AMBI* и *M-AMBI* и пример «графической продукции» – величины *AMBI* по станциям для отдельных проб: одновременно контролируются изменения состояния среды, состава и статуса бентоса, а также достоверность этих вариаций по сходству проб

– В-четвертых – это невероятная наглядность получаемых данных – картографических, в виде диаграмм и т.п., а также возможность их использования для последующих исследований, например, в различных моделях, показывающих причины изменений экологического состояния и статуса бентоса.

Применение индексов *AMBI* и *M-AMBI* затруднено там, где донная фауна своеобразна и характеризуются наличием множества видов, по той или иной причине не включенных в базу данных программного обеспечения (not assigned; обычно из-за отсутствия достоверной информации по их отношению к $C_{\text{орг}}$). К таким акваториям относится и зал. Петра Великого. В период исследований (1992–2019 гг.) здесь было найдено более 520 видов макрозообентоса, и почти у половины из них была не известна принадлежность к группе по отношению к органическому углероду.

В процессе выполнения темы 4.6.3 в 2020 г. [24, 25], на основе информации, имеющейся в базе *AMBI*, из 262 представителей донных беспозвоночных, не имевших групповую асигнацию, с вероятностью более 95 % были классифицированы 163. Из-за недостатка данных не удалось классифицировать 40 видов и таксонов более высокого ранга. В то же время эти животные редки и малочисленны, и их исключение при вычислениях *AMBI* и *M-AMBI* не может привести к каким-либо существенным изменениям величин этих параметров. Анализ моделей, ниш и колебаний численности 105 видов и более крупных таксонов макрозообентоса, приписанных в базе *AMBI* к экологическим группам GI–GV, позволил переклассифицировать 16 представителей донной фауны.

Моделирование изменений плотности поселения видов и таксонов более высокого ранга с известной асигнацией в базе *AMBI* вдоль градиента относительной концентрации органического углерода позволило выявить основные черты их распределений и выделить эталонные виды для каждой экологической группы. На этой основе выполнен анализ видов и других таксонов с неизвестной припиской, в результате которого асигнацию в базе данных получили еще 52 представителя донной фауны. Всего, после изучения базы данных, моделирования и экспертных оценок, из 262 не расклассифицированных таксонов были определены экологические группы для 222 животных, включая всех доминантов и субдоминантов.

Результаты выполненных аналитических процедур позволили с уверенностью использовать значения индексов *AMBI* и *M-AMBI* для оценки экологического статуса донной фауны и состояния самих акваторий, анализа его эволюции во времени, а также для выяснения причин изменений качества морской среды. Применение этих индексов существенно упростило оценку состояния морских акваторий при выполнении

экологического мониторинга. Следует подчеркнуть, что вариации значений индексов *AMBI* и *M-AMBI* и соответственно состояния морской среды и донного населения, могут быть легко и наглядно объяснены при наличии гидрологической и геохимической информации. В свою очередь, зная причины этих вариаций, можно спрогнозировать развитие экологической ситуации на исследуемой акватории или ее отдельных участках.

В то же время, используя двухфакторный ковариационный анализ и опираясь на общую объясненную дисперсию (TEV), а также вклады в нее непрерывных и категориальных переменных, была показана низкая эффективность индексов *AMBI* и *M-AMBI* для биоиндикации содержания C_{opr} и общего уровня загрязнения осадков (TPF_{chem}) [26, 27].

Очевидно, что для индикации наилучшим показателем следует считать тот, который имеет наибольший и существенный ($> 50\%$) вклад индицируемого фактора в TEV на фоне минимального «шума», создаваемого остальными предикторами. Единственным параметром, полностью удовлетворяющим этим требованиям, оказался TPF_{bio} , настроенный на определение уровня химического загрязнения грунтов (вклад ковариаты в общую дисперсию — почти 73 %, остальных факторов — в сумме $< 5\%$, или примерно 94 и 6 % от TEV). Как ни странно, этот показатель может рассматриваться и как индикатор уровня эвтрофикации (содержания C_{opr}), хотя и в меньшей степени. Заметный, но все же не исключительный, вклад ковариаты C_{opr} в его дисперсию (45,7 %, или 80,5 % от TEV) ощутимо отягощен статистически значимыми воздействиями типа грунта и глубины (в сумме 11,0–19,3 % от TEV, рисунок 4).

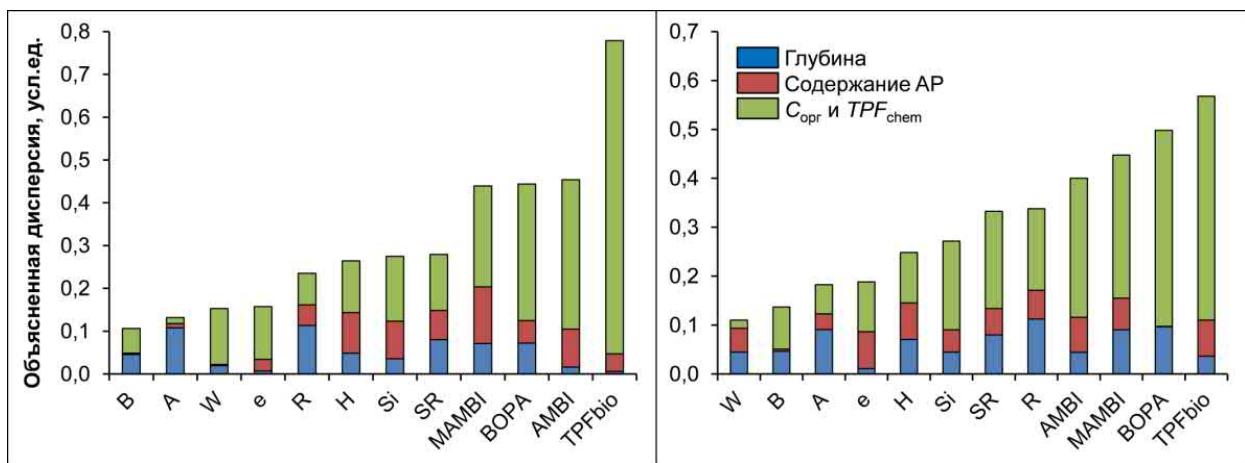


Рисунок 4 – Вклад различных факторов среды в общую объясненную дисперсию биотических параметров для ковариат TPF_{chem} и C_{opr} (слева и справа, соответственно) по: [27]

Биотические индексы *AMBI* и *M-AMBI* гораздо в меньшей степени соответствуют указанным требованиям, существенно уступая TPF_{bio} в общей объясненной дисперсии, тогда как вклады сторонних факторов в их изменчивость гораздо выше, что особенно заметно для ковариаты C_{opr} (рисунок 4). Доля TEV, объясненной непрерывными

переменными, у этих показателей составляет всего 34,9 и 23,5 % при ковариате TPF_{chem} (меньше, чем у TPF_{bio} , в 2,1 и 3,1 раза, в процентах от TEV — 76,9 и 53,6) и 28,4 и 29,2 % для C_{opr} (в 1,6 раза, 71,0 и 65,4 %). При этом суммарные эффекты категориальных факторов достигают у $AMBI$ 23,1 и 29,0 % от TEV (ковариаты соответственно TPF_{chem} и C_{opr}), а у $M-AMBI$ еще больше — 46,4 и 34,6 % (рисунок 4).

Низкая эффективность большинства характеристик биоты обусловлена следующими основными причинами. Это недостаточное для корректных вычислений число видов в пробе, что нередко встречается в акваториях, подверженных заметному антропогенному стрессу; существенное влияние сезонной и межгодовой изменчивости, исключить которое часто не представляется возможным; трудности видовой идентификации молоди множества гидробионтов, что ведет к неоправданному увеличению или уменьшению значений большинства биотических параметров. Кроме того, возможной причиной может быть адаптация ряда гидробионтов к высокому уровню загрязнения и содержанию C_{opr} из-за длительности воздействия и резких градиентов указанных факторов.

Поэтому требуется коррекция индексов $AMBI$ и $M-AMBI$ на основе уточнения классификации таксонов макрозообентоса относительно их отношения к C_{opr} . Для TPF_{chem} такая работа была выполнена в 2021 г. (тема 4.6.3) [28–30]. Тогда же была разработана и методика таких построений. Она включала, в частности, вычисление моделей Хаусмана–Олфа–Фреско (HOF; кривых отклика — распределений количественных характеристик биоты вдоль градиента искомого параметра среды) для встречаемости, плотности и биомассы каждого найденного таксона и использование полученных координат оптимумов и средних распределений для их ординации (классификации) методом, который основан на теории нечетких множеств.

Цель нашего исследования — скорректировать индексы $AMBI$ и $M-AMBI$ для применения на акватории зал. Петра Великого, для чего необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Систематизировать и реструктурировать гео- и аутэкологические данные, полученные в результате выполнения НИР 4.6.2 и 4.6.3 в 2020–2024 гг.;
- 2) Выбрать виды или таксоны более высокого ранга макрозообентоса, перспективные для биоиндикации эвтрофикации (по частоте встречаемости);
- 3) Исследовать распределение этих таксонов вдоль градиента содержания органического углерода при помощи моделей HOF и выделить параметры, наиболее перспективные для их классификации относительно концентрации C_{opr} ;

4) Классифицировать таксоны макрозообентоса по распределению вдоль градиента содержания $C_{\text{опр}}$ и, на основе этой классификации, откорректировать биотические индексы *AMBI* и *M-AMBI*;

5) Оценить эффективность коррекции – выполнить аналитические процедуры сопоставления биоиндикации концентраций $C_{\text{опр}}$ исправленными и стандартными индексами *AMBI* и *M-AMBI*.

1 Материалы и методы

1.1 Использованные данные, отбор и обработка проб

Материалом для анализа являются результаты комплексных экологических съемок ФГБУ «ДВНИГМИ» и ФГБУН «ННЦМБ ДВО РАН» (1992–2019 гг.) в зал. Петра Великого. Это акватория к северу от устья реки Туманной, заливы Посьета, Стрелок, Амурский и Уссурийский, пролив Босфор Восточный, бухты Рифовая, Золотой Рог, Патрокл, Улисс и Диомид (всего 271 станция) (рисунок 1.1). Пробы грунта отбирали дночерпателем Ван-Вина ($0,11 \text{ м}^2$, 1–4 пробы); на каждой станции часть верхнего слоя осадков (2–3 см) одной из проб замораживали для последующего измерения концентраций загрязняющих веществ, органического углерода ($C_{\text{опр}}$) и определения гранулометрического состава. Для биологического анализа грунт промывали на сите с ячейй 1 мм и фиксировали макробентос 4 %-ным буферным раствором формальдегида.

Концентрации металлов (Cu и Pb), углеводородов, фенолов и хлорорганических пестицидов – сумму ДДТ и его метаболитов ДДД и ДДЭ – в донных отложениях измеряли в лаборатории мониторинга загрязнения морских вод ФГБУ «Приморское УГМС» по стандартным методикам Росгидромета [31]. Содержание $C_{\text{опр}}$ анализировали методом окисления смесью $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{SO}_4$ с колориметрическим окончанием в ФГБУН «ННЦМБ ДВО РАН» [32, 33]. Гранулометрический состав определяли комбинацией ситового метода и метода А-22 в ФГБУН «ТОИ ДВО РАН» [34, 35]. Определяли содержание 12 фракций – гальки, крупного, среднего и мелкого гравия, крупного, среднего и мелкого песка, крупного и мелкого алеврита, крупного, среднего и мелкого пелита (pb , gr_{1-3} , ps_{1-3} , a_1 и a_2 , pl_{1-3}). Эти размерности составляют соответственно >10 , 5–10, 2–5 и 1–2, 0.5–1, 0.25–0.5 и 0.1–0.25, 0.05–0.1 и 0.01–0.05, 0.05–0.01, 0.01–0,005 и <0.005 мм.

Для бухты Рифовой, заливов Стрелок и Посьета с целью получения данных по фракционному составу осадков использовали карты грунтов, опубликованные в работах О.В. Дударева с соавторами [36] и Н.И. Григорьевой [37]. Рисунки сканировали, переносили в среду Surfer, совмещали с картой-схемой расположения станций и считывали типы грунтов в точках реального опробования. Гранулометрический состав каждого типа осадков заимствовали у Ф.Р. Лихта с соавторами [38]. Для определения содержания $C_{\text{опр}}$ в грунтах интактных районов (бухта Рифовая, заливы Стрелок и Посьета) использовали зависимость его концентрации от суммы алевритов и пелитов (частицы $< 0,1$ мм), для загрязненных акваторий (бухта Патрокл и северное прибрежье о. Русского) – таковую от TPF_{chem} (общий уровень химического загрязнения донных отложений, см. далее). Эти зависимости выражаются полиномами второй степени, а объясняемая дисперсия составляет около 80 % (коэффициент детерминации $r^2 = 0,793$ и $0,839$, $p = 0,000$) [39].

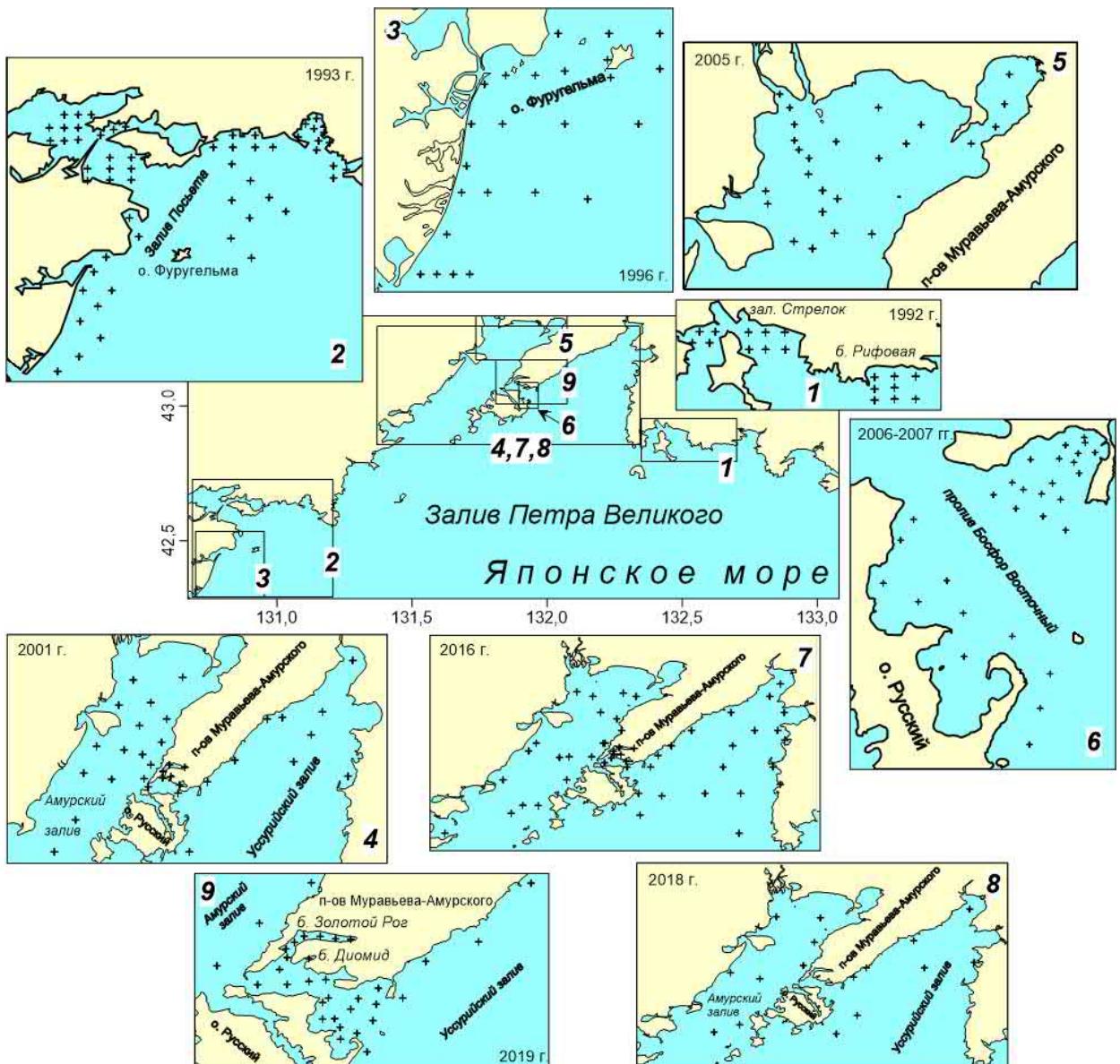


Рисунок 1.1 – Районы работ на акватории зал. Петра Великого в разные годы

Таксономическая принадлежность макрозообентоса установлена сотрудниками ФГБУ «ДВНИГМИ» и ФГБУН «ННЦМБ ДВО РАН». Животных, определенных до вида или более высокого таксономического ранга, подсчитывали и взвешивали с точностью до 0,01 г после обсушивания на фильтровальной бумаге. Данные пересчитывали на 1 м² площади дна. В работе использованы встречаемость, плотность поселения и биомасса видов (или более крупных таксонов) донных животных (соответственно F_q , A и B).

1.2 Анализ данных

Данные о фракционном составе донных отложений использовали для вычисления среднего размера зерен, среднего квадратичного отклонения, нормированной энтропии, коэффициентов асимметрии и эксцесса. Классификация грунтов произведена по Ф.Р. Лихт и др. [38]. Общий уровень загрязнения характеризовали индексом:

$$TPF_{chem} = (\text{УВ} + \text{ФЕ} + \text{Pb} + \text{Cu} + \Sigma\text{ДДТ}) / 5 \quad (1.1)$$

где УВ, ФЕ, Pb, Cu и Σ ДДТ – 5-ранговые оценки (ln -масштаб) содержания углеводородов, фенолов, свинца, меди, суммы ДДТ и его метаболитов [40]. Степень антропогенного нарушения и состояние бентоса оценивали на основе следующих граничных критериев, определенных в рамках выполнения темы 4.6.2 в 2023 г. [41]:

- Интактное состояние: $\text{ПДУ}_{10d} - 10\%$ снижение видового разнообразия декапод (1,7 усл. ед.; по ретроспективным данным это значение равно минимальному уровню загрязнения донных отложений в начале 30-х годов прошлого столетия, а также фоновым значениям TPF_{chem} , полученным в незагрязненных районах залива Петра Великого);
- Почти интактное состояние: ПДУ_{10} – такое же падение обобщенной функции состояния (далее – ОФС) экологических типов сообществ макрозообентоса (2,0 усл. ед., координата точки наибольшей кривизны ОФС; оптимум II кластера в классификации таксономических групп по отношению к загрязнению; максимальный уровень загрязнения осадков в 30-е годы прошлого столетия);
- Резкое ухудшение условий среды: ERL_q и ERM_q – соответственно начало и конец области прогрессивной деградации донного населения (2,5 и 3,1 усл. ед.; наиболее быстрое, почти линейное, уменьшение ОФС). Эти значения в дальнейшем использованы в качестве градаций фактора TPF_{chem} (см. раздел 1.3);
- Полное разрушение: $ERD_q - 4,3$ усл. ед.; координата точки выхода ОФС на плато после падения.

Кроме того, применяли индекс TPF_{bio} , который «настроен» на биоиндикацию степени химического загрязнения донных отложений и вычисляется по формуле:

$$TPF_{bio} = (\sum (Opt_i)) / N \quad (1.2)$$

где Opt_i — координата оптимума по TPF_{chem} для встречаемости или плотности каждого таксона, найденного в пробе (N) [29]. Экологическое состояние и статус бентоса описывали индексами $AMBI$ и $M\text{-}AMBI$ [16, 18, 20]. Первый определяется по сумме удельных плотностей 5 групп видов, по-разному относящихся к содержанию C_{opt} , второй – вычисляется на основе процедуры факторного анализа (подробнее см. ВВЕДЕНИЕ).

1.3 Статистический анализ и алгоритм вычислительных процедур

При статистической обработке использовали стандартные процедуры и тесты, предлагаемые пакетами прикладных программ PRIMER, STATISTICA и средой **R** [42–45]. Это тесты Манна-Уитни и Крускала-Уоллиса – непараметрические аналоги соответственно t -критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа. Проверяются нулевые

гипотезы H_0 : относительный сдвиг распределений отсутствует, и влияние фактора не приводит к сдвигу распределений относительно друг друга. Для проверки данных на соответствие нормальному распределению и равенству внутригрупповых дисперсий (гомоскедастичность) применяли тесты Шапиро-Уилка, Ливина и Брюша-Пэгэна (нулевые гипотезы H_0 – распределение соответствует нормальному, данные и остатки гомоскедастичны), а для трансформации результатов наблюдений – алгоритм Бокса-Кокса, реализованный в пакете AID среды **R** [46].

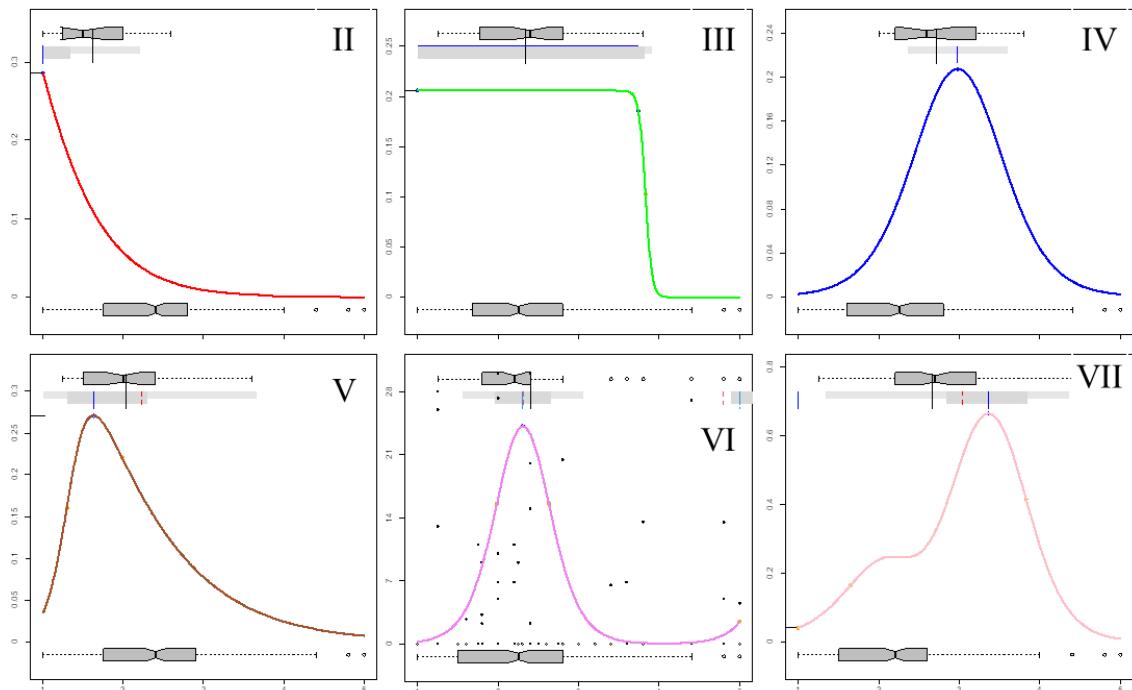
Для описания распределения видов вдоль градиента концентраций органического углерода использовали иерархические модели логистической регрессии Хаусмана-Олфа-Фреско (HOF), реализованные в модуле eHOF статистической среды **R** [47–50]. Считается, что в настоящее время эти модели позволяют наиболее гибко учитывать всю совокупность априорных исходных ограничений и теоретических предположений, традиционно связываемых с характером кривых отклика, и, вероятно, предоставляют наилучший результат с экологической точки зрения [44]. Основное отличие этого подхода от других моделей – обобщенных линейных и аддитивных, сверхниши и т. п. – состоит в наличии в уравнениях максимально возможной величины обилия – параметра M (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Формулы моделей Хаусмана-Олфа-Фреско и число коэффициентов

Модель	Формула	Число коэффициентов
I	$\frac{M}{1 + e^a}$	1
II	$\frac{M}{1 + e^{a+b-x}}$	2
III	$\frac{M}{(1 + e^{a+b \times x}) \times (1 + e^c)}$	3
IV	$\frac{M}{(1 + e^{a+b-x}) \times (1 + e^{c-b-x})}$	3
V	$\frac{M}{(1 + e^{a+b \times x}) \times (1 + e^{c-d \times x})}$	4
VI	$\frac{M}{(1 + e^{a+b \times x}) \times (1 + e^{c-b \times x})} + \frac{M}{(1 + e^{a+b \times (x-d)}) \times (1 + e^{c-b \times (x-d)})}$	4
VII	$\frac{M}{(1 + e^{a+b \times x}) \times (1 + e^{c-b \times x})} + \frac{M}{(1 + e^{a+b \times (x-d)}) \times (1 + e^{c-f \times (x-d)})}$	5

Всего существует семь типов моделей возрастающей сложности (таблица 1.1, рисунок 1.2). Модель первого типа (I) представляет собой «плоский ответ», означающий отсутствие значимого тренда в обилии вида вдоль градиента фактора среды. В принципе, эта модель может служить нулевой гипотезой и гарантировать, что только виды с

отчетливым откликом будут описываться одним из остальных типов моделей. Модель второго типа (II) представляет собой монотонный сигмоид с вершиной на одном из концов градиента, кривая отклика третьего типа (III) также является монотонным сигмоидом, но имеет плато ниже максимального верхнего значения обилия. Кривая четвертого типа (IV) – характеризует классическую форму видового отклика – одновершинную симметричную модель, V – унимодальную асимметричную модель, а модели VI и VII типов имеют по два оптимума, причем у шестой они одинаковы.



Ось абсцисс – фактор, ось ординат – характеристика обилия; дополнительная информация в тексте

Рисунок 1.2 – Возможные модели распределения видов вдоль градиента фактора среды, получаемые в модуле eHOF (II–VII, модель I типа – прямая горизонтальная линия – не показана)

Выбор модели, описывающей распределение вида вдоль градиента фактора среды в наилучшей степени, производится на основе информационных критериев Акаике и Байеса (AIC и BIC, по желанию). Однако часто выбор модели приходится производить на основе других критериев, так как применение AIC и BIC в ряде случаев ведет к явно неадекватным решениям (см. раздел 2.1). Кроме самих кривых откликов, получаемые графики содержат и дополнительную информацию о диапазоне встречаемости вида и самой выборке (ширина внешней и внутренней ниш, положение оптимума и субоптимумов, нижние и верхние квартили, 90 % перцентили, а также выбросы). Характеристики встречаемости вида обычно располагаются в верхней части диаграммы, а самой выборки – в нижней (рисунок 1.2).

К сожалению, у этих моделей есть один существенный недостаток – в выборке у вида должно присутствовать как минимум 10 ненулевых значений. В нашем случае, такое

ограничение ведет к существенному, почти четырехкратному, сокращению числа видов (примерно 25 %), чей отклик было бы возможно смоделировать. Поэтому, для видов, найденных на 5–9 станциях, в выборку с помощью генератора случайных чисел внутри диапазона встречаемости были добавлены значения 0,1 % (для частоты встречаемости – 1). Это увеличило число «охваченных» моделированием видов до 40 %.

Расчеты выполняли при помощи следующего алгоритма (на компьютере должна быть установлена среда **R** и ее необходимые модули [45]).

1. Открываем модули (в последних версиях **R** файлы Excel легко открываются при помощи интерфейса Rcmdr):

```
library(xlsx) (1.3)
```

```
library(eHOF) (1.4)
```

2. Импортируем данные:

```
workbook <- "d:/Название папки/.../Название файла.xlsx" (1.5)
```

```
A <- read.xlsx(workbook, n, row.names="xxx") (1.6)
```

где A – количественная характеристика вида, n – номер листа книги Excel, row.names – столбец листа Excel, который содержит коды станций* (Point в нашем примере); подготовленные данные в формате Excel показаны на рисунке 1.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Point	Depth	AP	Corg	TPF chem	<i>Acila insignis</i>	<i>Actinaria</i> fam. gen. sp.	<i>Alveinthus ojanus</i>	<i>Ampelisca macrocephala</i> a	<i>Ampharetete acutifrons</i>	<i>Ampharetete sibirica</i>	<i>Ampharetete</i> sp.	<i>Ampharetidae</i> gen. sp.	<i>Amphiodia fissa</i>	<i>Amphiodia</i> perfecta	<i>Amphipoda</i> fam. gen. sp.	<i>Corbula venusta</i>	<i>Anoplyx</i> sp.
2	96-7s	21	0,8	0,04	1,25	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
3	96-8s	28	0,4	0,05	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	96-13s	26	0,7	0,06	1,50	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
5	96-16s	27	0,4	0,06	1,50	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	
6	96-9s	52	0,7	0,07	1,25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
7	96-10s	11	6,7	0,08	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	96-5s	11	2,4	0,10	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
9	16U-11s	15	26,6	0,11	2,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	96-26s	20	0,8	0,11	1,50	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
11	96-14s	52	3,7	0,13	1,50	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
12	18u-16s	12	6,9	0,15	2,30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
13	96-23s	20	7,5	0,17	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
14	96-25s	26	9,3	0,18	1,25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
15	16u-43s	27	11,0	0,20	2,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	96-11s	9	2,2	0,20	1,25	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
17	96-24s	43	12,2	0,20	1,25	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
18	96-15s	51	13,8	0,25	1,50	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	
19	01U-16s	14	6,9	0,27	1,80	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	
20	01U-17s	15	26,6	0,36	1,80	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	

Рисунок 1.3 – Пример данных в формате Excel: фрагмент видовой матрицы (встречаемость), подготовленной для вычислений кривых отклика при помощи алгоритма eHOF

*Чтобы команда (1.5) сработала, на компьютере должна быть установлена программа Java. Если название какой-либо папки или файла написано кириллицей, следует переключить клавиатуру на кириллицу.

3. Затем можно проверить то, что получилось:

```
fix (A) (1.7)
```

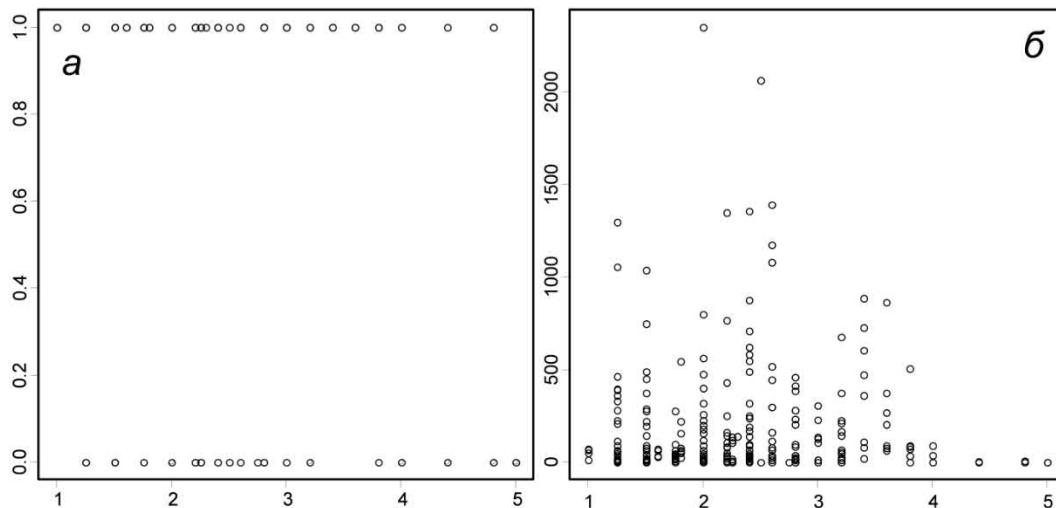
4. «Прикрепляем» наши данные:

```
attach (A) (1.8)
```

5. Просто смотрим на них и выбираем начальную величину параметра M :

```
plot (A$TPF, название вида) (1.9)
```

пример показан на рисунке 1.4. Родовое и видовое названия пишутся через точку, например *Schistomeringos.japonica, Sigambrabassi*.



Оси абсцисс и ординат – соответственно общий уровень загрязнения (TPF_{chem} , усл. ед.), встречаемость и плотность поселения (экз./м²). Для встречаемости параметр M равен единице, для плотности, в данном случае – 2800

Рисунок 1.4 – Пример выполнения команды (1.9) для частоты встречаемости и плотности поселения (а и б)

6. Выбираем один или несколько видов:

```
sel <- c('название вида') (1.10)
```

```
sel <- c('название вида 1', ... 'название вида n') (1.11)
```

7. Выполняем моделирование:

```
mods <- HOF (A[match(sel, names (A))], A$TPF, M=max,
family=gaussian, bootstrap=NULL) (1.12)
```

```
mods <- HOF (A[match(sel, names (A))], A$TPF, M=1,
family=binomial, bootstrap=NULL) (1.13)
```

где M – ваше максимальное значение, family может быть binomial, poisson, gaussian, в зависимости от данных (соответственно дискретные двоичные, целые и непрерывные).

8. Выводим результаты выбора наилучшей модели (по AIC; рисунок 1.5):

```

Deviances:
  Aphelochaeta.pacifica Ennucula.tenuis Lumbrineris.longifolia Dipolydora.cardalia Scoloplos.armiger
I      105927      65065      127619      67784      102466
II     98976       62017      126599      67616      98326
III    88951       61282      115140      65811      97666
IV     90995       61507      105450      64054      98095
V      88502       61505      104772      64054      98095
VI     90995       61507      105450      64053      98095
VII    90995       61507      102431      64055      95213

Suggested best models (AICc, pick.model):
  Aphelochaeta.pacifica      Ennucula.tenuis Lumbrineris.longifolia Dipolydora.cardalia Scoloplos.armiger
V          III          VII          IV          VII
> |

```

Рисунок 1.5 – Пример выполнения команды (1.14) для пяти видов макрозообентоса

Результаты применения всех задействованных в модуле eHOF критериев отбора моделей можно получить, используя выражение (рисунок 1.6):

```
list<-mods[1:1]; list (1.15)
```

```

Response of: Melanochlamys.diomedea
Deviances and information criteria:
  Deviance logLik      AICc AICc.Diff      AICc.W BIC.BIC.Diff
I  85.61705 -42.80852  87.63192  0.00000  0.22970  0.0000
II 85.03981 -42.51991  89.08459  1.45267  0.11110  5.0249
III 83.14427 -41.57214  89.23416  1.60224  0.10310  8.7315
IV 81.88486 -40.94243  87.97474  0.34283  0.19350  7.4720
V  81.88046 -40.94023  90.03083  2.39892  0.06920 13.0698
VI 79.79328 -39.89664  87.94365  0.31174  0.19660 10.9826
VII 79.13602 -39.56801  89.36243  1.73052  0.09670 15.9274

Suggested best model ( AICc information criterion ): I

```

Рисунок 1.6 – Пример выполнения команды (1.15)

9. Строим кривые отклика, сначала для наилучшей по AIC модели, затем, если потребуется, все возможные:

```
plot(mods, para=TRUE, onlybest=TRUE,
      lwd=3, yl=c(0,0.75)) (1.16)
```

```
plot(mods, para=TRUE, onlybest=FALSE,
      lwd=3, yl=c(0,0.75)) (1.17)
```

где lwd – толщина кривой отклика, yl – диапазон изменения оси ординат (по

умолчанию – `c(0, 1)`). Естественно, здесь можно «настроить» рисунок с большей детализацией (см. [45]).

10. Формируем таблицу с параметрами модели:

```
ddd <- Para(mods); ddd
```

 (1.18)

```
df1 <- data.frame(matrix(unlist(ddd), nrow=length(ddd),
byrow=T)); df1
```

 (1.19)

```
write.table(df1, "d:/Папка/Файл.txt", sep="\t", col.names=TRUE,
row.names=TRUE, quote=TRUE, na="NA")
```

 (1.20)

Выводимый файл может быть в формате Excel, но можно его и не создавать, а поместить полученные параметры модели в буфер обмена (подробнее см. [45]). Предварительно, имеется возможность просмотреть и даже отредактировать параметры; последнее в формате R-статистики является весьма трудоемким процессом (рисунок 1.7):

```
fix(ddd)
```

 (1.21)

```
editDataset(df1)
```

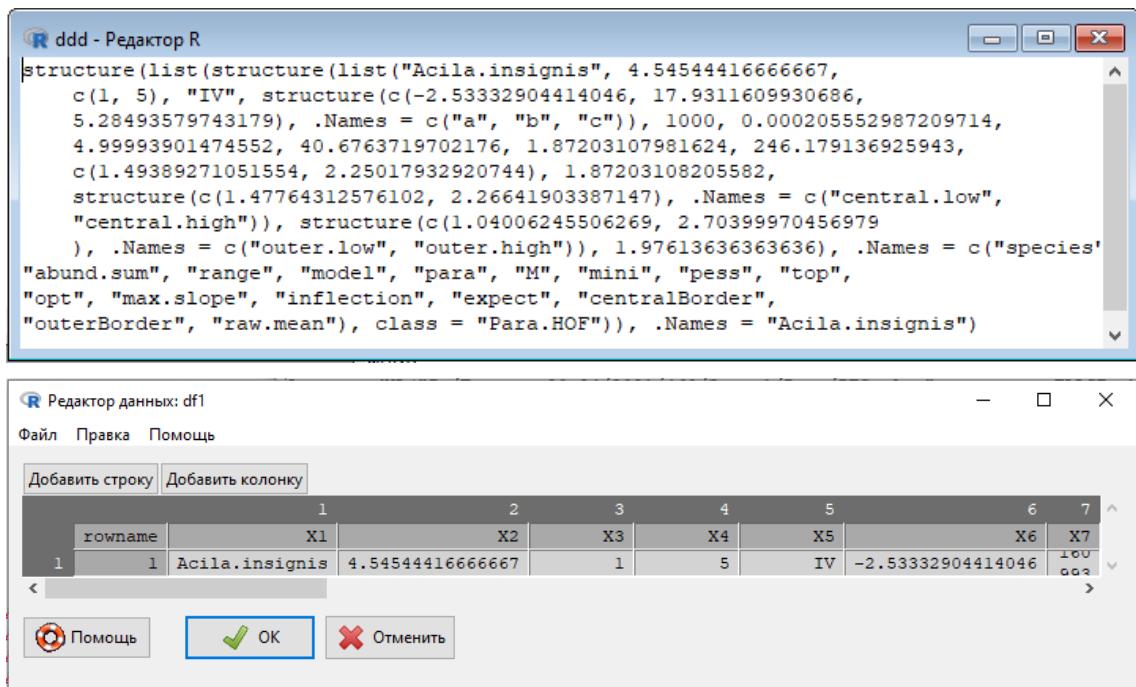
 (1.22)


Рисунок 1.7 – Пример выполнения команд (1.21) и (1.22), где X1–X7 на нижнем рисунке – названия параметров модели, приведенные на верхнем

Для классификации видов и таксонов более крупного ранга по отношению к уровню загрязнения применяли процедуру, основанную на теории нечетких множеств (метрика – евклидово расстояние) [51]. Этот метод использует коэффициент разделения Данна и предполагает, что каждый объект принадлежит к нескольким кластерам сразу, но «притягивается» к ним с разной силой [44]. Предварительно, для определения

приблизительного количества групп, использовали различные варианты кластерного анализа – методы Варда, одиночной и полной связи, метрики – евклидово расстояние и его квадрат, манхэттенское расстояние, коэффициент корреляции [52]. Статистическую значимость разбиения на группы оценивали на основе пермутационного теста ANOSIM с вычислением общей статистики R (нулевая гипотеза H_0 – агломерация отсутствует) [42].

Для оценки вклада различных факторов в изменчивость индексов $AMBI$ и $M-AMBI$ (оценка эффективности) использовали двухфакторный ковариационный анализ (ANCOVA) на основе общих линейных моделей [45]. При определении наилучшей модели ANCOVA применяли процедуру ступенчатого выбора. В качестве ковариат использовали TPF_{chem} и содержание C_{opr} , в качестве категориальных факторов – глубину и тип грунта; эффекты взаимодействия факторов не учитывали, так как для имеющихся данных эти показатели невозможно оценить достоверно, исходя из их реального проявления в природе [27]:

$$Pa \sim \text{poly}(C_{opr} \text{ или } TPF_{chem}, \text{ degree} = 3) + FSed + FDth \quad (1.23)$$

где Pa – биотический параметр, poly – полином, degree – его степень, $FSed$ и $FDth$ – категориальные факторы «тип грунта» и «глубина» (по три градации). Кроме того, для индекса $M-AMBI$ отдельно были проанализированы эффекты содержания C_{opr} , TPF_{chem} (соответственно ковариата и фактор с тремя градациями, определяемыми координатами начала и конца области прогрессивной деградации донного населения) и их взаимодействием:

$$M-AMBI \sim \text{poly}(C_{opr}, \text{ degree} = 3) \times FTPF_{chem} \quad (1.24)$$

Подгонку и тестирование моделей производили на основе протокола разведочного анализа данных и базовых диагностических графиков, предназначенных для проверки основных допущений МНК-моделей — линейности, нормальности распределения и гомоскедастичности, наличия выбросов, точек высокой напряженности и влиятельных наблюдений [45]. Вначале для каждого параметра выполняли вычисления на основе первичной модели, определяли точки «выбросов» и удаляли их из данных. Затем эту операцию повторяли до достижения приемлемого результата, но не более четырех раз, что обычно сокращает набор данных не более чем на 5–6 %; после каждого сокращения проверяли нормальность и гомоскедастичность остатков модели, не допуская падения величины общей объясненной дисперсии (TEV). Далее осуществляли итоговые вычисления для оценки модели и вклада независимых переменных в TEV.

Кроме того, в работе использован линейный регрессионный анализ и нелинейное оценивание, с вычислением коэффициента корреляции (r), параметров регрессии (b_i) и их

статистической оценкой (ANOVA и проверка нулевой гипотезы $H_0: r=0$ – влияние фактора «модель» отсутствует, $b_i=0$) [43]. Нелинейное оценивание производили последовательным применением (по необходимости, если предыдущий вариант не давал решения) алгоритмов Квази-Ньютона, Симплекс, Хука-Дживза или Розенброка (предварительное вычисление коэффициентов модели), Гаусса-Ньютона или Левенберга-Марквардта (статистическая оценка коэффициентов и дисперсионный анализ) и на последнем этапе – при помощи процедуры рандомизации сигмоидальной функции (подробно – см. [39, 41]).

2. Распределение видов макрозообентоса вдоль градиента концентрации органического углерода в заливе Петра Великого

Модели логистической регрессии Хаусмана-Олфа-Фреско по сути являются кривыми отклика (далее – КО) животных на изменение какого-либо фактора среды; в нашем случае – это содержание органического углерода в донных отложениях. Такая кривая обычно имеет колоколообразную форму (часто аппроксимируется нормальным распределением Гаусса), где оптимальная точка фактора соответствует максимальной численности вида, а по мере удаления от нее численность снижается. Однако КО отдельных таксонов гораздо более многообразны, поэтому важно выбрать наиболее адекватную модель, причем этот выбор не должен противоречить общепринятым положениям экологии. Ниже представлены результаты моделирования распределения количественных характеристик гидробионтов залива Петра Великого вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$, которые предваряют замечания по выбору модели (кривой отклика).

2.1 Выбор модели (кривой отклика)

Как уже было отмечено в разделе 1.3, довольно часто применение AIC и BIC ведет к явно неадекватным решениям. Например, применение информационных критериев при выборе наилучших аппроксимаций распределений у полихеты *Ampharete acutifrons* и гребешка *Melanochlamys diomedea* вдоль градиента содержания $C_{\text{орг}}$ дает модели I типа (рисунок 2.1). Следовательно, эти виды, исходя из этого решения, должны быть отнесены к индифферентным представителям макрозообентоса, которые при росте концентрации $C_{\text{орг}}$ всегда присутствуют в небольших количествах без значительных изменений во времени. Однако достаточно взглянуть на диаграммы, представляющие первичные данные, как становится ясным ошибочность такого решения (рисунок 2.2). Кроме того, отсутствие отклика на изменение фактора среды может и имеет ценность с позиций статистики (см. раздел 1.3), но не «экологично», то есть не соответствует принципам экологии: у таксона нет ни оптимума, ни пессимумов и т.д. Очевидно, здесь следует исходить из ширины ниши, как это будет показано далее в разделе 3.2.

Для *A. acutifrons* наиболее приемлемой выглядит модель единичного скачка (III тип), для *M. diomedea* – унимодальная асимметричная или даже симметричная модель (V и IV) (рисунок 2.2). У первого вида такое решение проявляется при использовании суммы квадратов отклонений (Deviance на рисунке 2.1). У второго – параметр Deviance минимален для моделей VI и VII типов. Но отчетливо бимодальные модели характерны для тех случаев, когда в выборке присутствуют несколько видов, отличных в своих откликах на изменение исследуемого фактора.

```

Response of: Ampharete.acutifrons
Deviances and information criteria:
  Deviance  logLik    AICc AICc.Diff    AICc.W BIC.Diff
I  85.61705 -42.80852  87.63192  0.00000  0.33180  0.0000
II 84.10820 -42.05410  88.15298  0.52107  0.25570  4.0933
III 82.84841 -41.42420  88.93829  1.30638  0.17270  8.4356
IV 83.41109 -41.70555  89.50098  1.86907  0.13030  8.9983
V 83.40973 -41.70486  91.56011  3.92819  0.04650  14.5990
VI 83.41109 -41.70555  91.56147  3.92955  0.04650  14.6004
VII 83.41109 -41.70555  93.63751  6.00559  0.01650  20.2025

```

Suggested best model (AICc information criterion): I

```

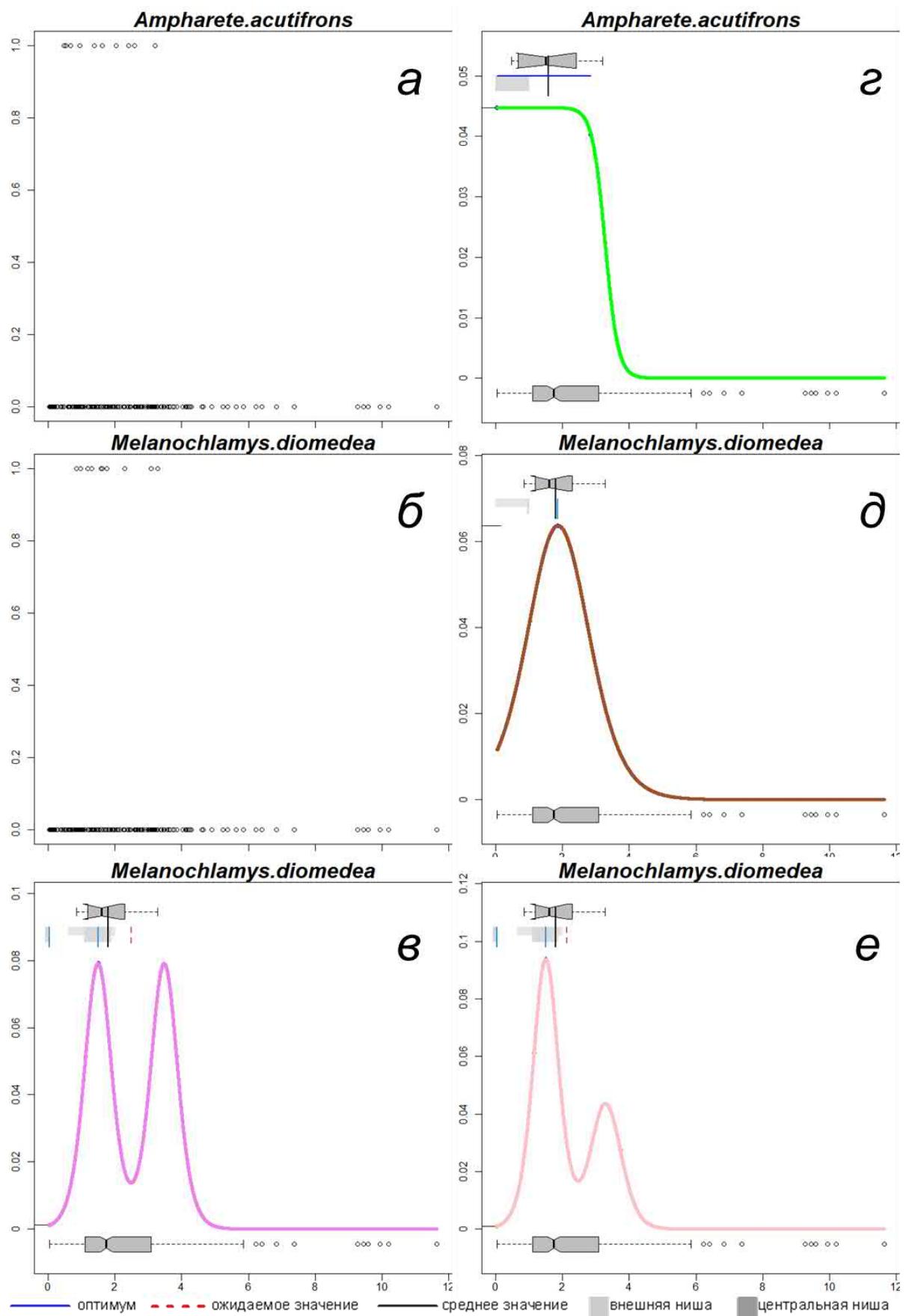
Response of: Melanochlamys.diomedea
Deviances and information criteria:
  Deviance  logLik    AICc AICc.Diff    AICc.W BIC.Diff
I  85.61705 -42.80852  87.63192  0.00000  0.22970  0.0000
II 85.03981 -42.51991  89.08459  1.45267  0.11110  5.0249
III 83.14427 -41.57214  89.23416  1.60224  0.10310  8.7315
IV 81.88486 -40.94243  87.97474  0.34283  0.19350  7.4720
V 81.88046 -40.94023  90.03083  2.39892  0.06920  13.0698
VI 79.79328 -39.89664  87.94365  0.31174  0.19660  10.9826
VII 79.13602 -39.56801  89.36243  1.73052  0.09670  15.9274

```

Suggested best model (AICc information criterion): I

Рисунок 2.1 – Результаты применения различных критериев выбора модели распределения *A. acutifrons* и *M. diomedea* вдоль градиента концентраций $C_{\text{опт}}$ (встречаемость)

К таким выборкам, например, относятся сборы полихет *Nereis* sp. (отклик на изменение TPF_{chem}) [28–30]. Крупная, более 10 см в длину и около сантиметра в диаметре полихета *Nereis* sp. – постоянный обитатель (по крайней мере, несколько десятков лет) сильно загрязненной и эвтрофированной акватории – бухты Золотой Рог. Однако наши материалы включают сборы и из других, гораздо более чистых районов залива Петра Великого, причем разных лет и обработанных специалистами разных научных учреждений. Нереисы весьма представительны в районе исследований и не исключено, что под видом *Nereis* sp. были идентифицированы другие представители этого рода, по-иному откликающиеся на загрязнение. Например, это может быть *Nereis zonata*, оптимум КО которого явно близок таковому дополнительного пика модели распределения *Nereis* sp. вдоль градиента TPF_{chem} [28–30]. В случае же *M. diomedea* такая или подобная путаница невозможна, этот вид нельзя спутать ни с каким другим даже начинающему исследователю. Поэтому наиболее реальное распределение *M. diomedea* – это кривая отклика V типа (следующий минимальный Deviance, рисунок 2.1, 2.2).



а-б – диаграммы первичных данных, в-е – аппроксимации распределений моделями НОФ соответственно III, V, VI и VII типов

Рисунок 2.2 – Распределение *A. acutifrons* и *M. diomedea* вдоль градиента концентраций $C_{\text{опр}}$ (встречаемость)

Следует отметить, что аппроксимация распределений моделью I типа характерна для редких таксонов (найденных менее чем на 10 станциях) и именно для встречаемости (при первичной подгонке – 58 из 210 моделей; у плотности и биомассы – <20). При этом для принятия правильного решения почти во всех случаях достаточно посмотреть диаграммы первичных данных, а на рисунках, представляющих результаты моделирования, – на ширину ниш (рисунок 2.2).

2.2 Результаты моделирования и выбор переменных для классификации таксонов макрообентоса по отношению к содержанию $C_{\text{опр}}$

В период работ (1986–2019 гг.) на исследованных акваториях залива Петра Великого было найдено более 520 видов и таксонов более высокого ранга макрообентоса. Абсолютная встречаемость в пять раз и более наблюдалась у 210 представителей донной фауны (около 40 % всех обнаруженных таксонов). Для встречаемости, плотности поселения и биомассы этих животных были получены 630 кривых отклика (модели II–VII типа); детальные результаты моделирования представлены в приложении А (рисунок А.1–А.42, таблица А.1–А.6).

В целом, на модель II типа (монотонный сигмоид с вершиной на одном из концов градиента) приходится 131 кривая отклика, на модель III типа (монотонный сигмоид с плато ниже максимального значения обилия) – 76 КО. Кривые отклика IV типа, имеющие классическую одновершинную симметричную форму, описывают распределение количественных параметров 213 таксонов, КО V типа (унимодальная асимметричная модель) – 141. Двухвершинные модели VI типа (равные оптимумы) были получены в шести случаях, а таковые с неравными оптимумами (VII тип) – в 63 (рисунок 2.3).

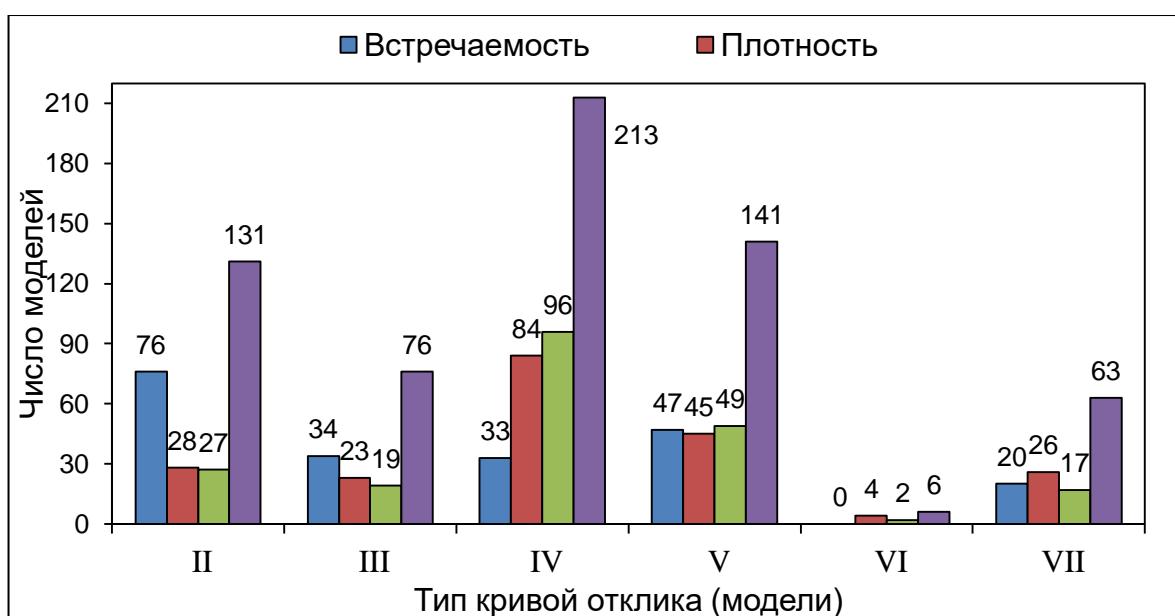


Рисунок 2.3 – Гистограмма числа моделей, полученных при анализе количественных характеристик донных животных

Кривые отклика II и III типов чаще всего наблюдаются у моделей распределения частоты встречаемости, у распределений плотности и биомассы преобладают КО IV типа (рисунок 2.3). Кривые отклика всех типов по форме весьма разнообразны. Даже классические колоколообразные КО (модели IV типа) могут быть сильно лево или право асимметричными, причем до такой степени, что соответствующая точка, отделяющая области оптимума и субоптимума (левая или правая), отсутствует. У моделей III и V типов смещение точки оптимума вдоль градиента содержания $C_{\text{опт}}$ иногда приводит к такой форме КО, которая могла бы быть описана моделью II типа (приложение А, рисунок А.1–А.42).

Модели VI типа ни разу не имели второго максимума в пределах области определения концентраций $C_{\text{опт}}$ и в большей степени соответствовали КО IV и V, а иногда и II типа. Наиболее многообразными по своей форме являются модели седьмого типа (приложение А, рисунок А.1–А.42). Среди этих КО можно выделить следующие варианты:

- 1) Выражен только один пик как у моделей IV и V типов;
- 2) «Намек» на дополнительный пик имеется, но скорее всего он возникает из-за специфики данных и чаще всего выходит из области определения содержания $C_{\text{опт}}$;
- 3) Модель имеет форму КО II типа и, соответственно, одну вершину;
- 4) Дополнительный пик «слип» с основным;
- 5) Имеется отчетливый дополнительный пик, хотя и существенно менее выраженный, чем основной.

Примером первого варианта может служить распределение плотности поселения у многощетинковых червей *Ampharete sibirica* и *Capitella capitata* (приложение А, рисунок А.2, А.6), второго – плотности у морской звезды *Asterias amurensis* и бивалвии *Axinopsida subquadrata* (приложение А, рисунок А.4, А.5). КО биомассы амфиподы *Anonyx* sp. и встречаемости полихет цирратулид представляют третий вариант (приложение А, рисунок А.3, А.8), биомасса других полихет *Nephtys* sp. и *Owenia fusiformis* – четвертый (приложение А, рисунок А.25, А.28), полихет полиноид (sp. N 4) и сабеллид – пятый (приложение А, рисунок А.33, А.37).

Основными параметрами кривых отклика, которые характеризуют распределение таксона вдоль градиента фактора среды, являются ширина внешней и внутренней ниш, положение оптимума и субоптимумов (рисунок 2.4). Размер ниш характеризует степень эврибионтности вида (таксона): чем они уже, тем вид более стенобионтен и наоборот. В дальнейшем, размеры ниш понадобятся при классификации откликов животных по отношению к содержанию $C_{\text{опт}}$ (см. раздел 3.2).

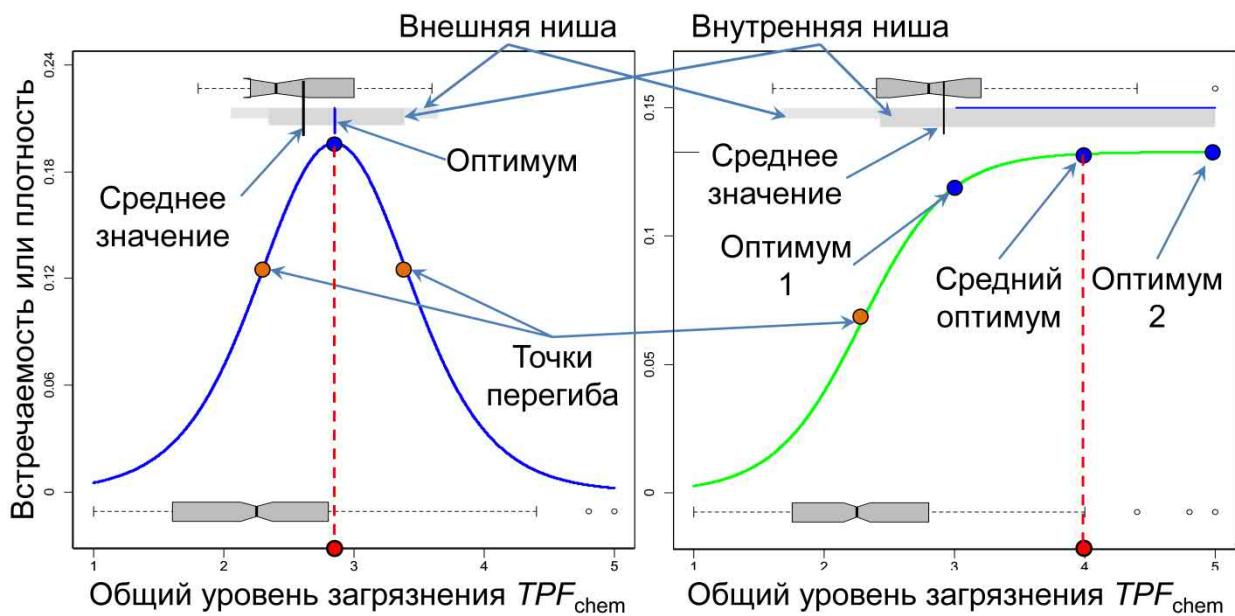


Рисунок 2.4 – Схема анализа кривых отклика и наиболее перспективные показатели

Для классификации наиболее важными являются (рисунок 2.4):

- 1) «Сырое» среднее значение (raw mean) – среднее от измеренных значений « x », в данном случае концентраций $C_{\text{опр}}$, в пределах диапазона встречаемости таксона по этому параметру;
- 2) Положение оптимума (optimum), т.е. наивысшего отклика вида (максимума модели) в диапазоне концентраций $C_{\text{опр}}$;
- 3) Координаты точек перегиба (inflection points) – границ между оптимумом и субоптимумом (точки, в которой выпуклая часть функции отделяется от вогнутой).

К сожалению, обе точки перегиба нельзя определить у сильно асимметричных моделей, причем даже IV и V типов – в этих случаях одна из них выпадает из области определения содержания $C_{\text{опр}}$. У моделей II и III типов такая точка вообще одна, а у VI и VII – их должно быть по четыре (теоретически). Поэтому сформулировать правило выбора такого параметра для дальнейшего анализа не представляется возможным. Диапазон изменений положения точки «сырого» среднего значения существенно уже, чем у оптимума, что также снижает ценность первого показателя для характеристики распределения таксонов макрозообентоса вдоль градиента загрязнения, по сравнению со вторым.

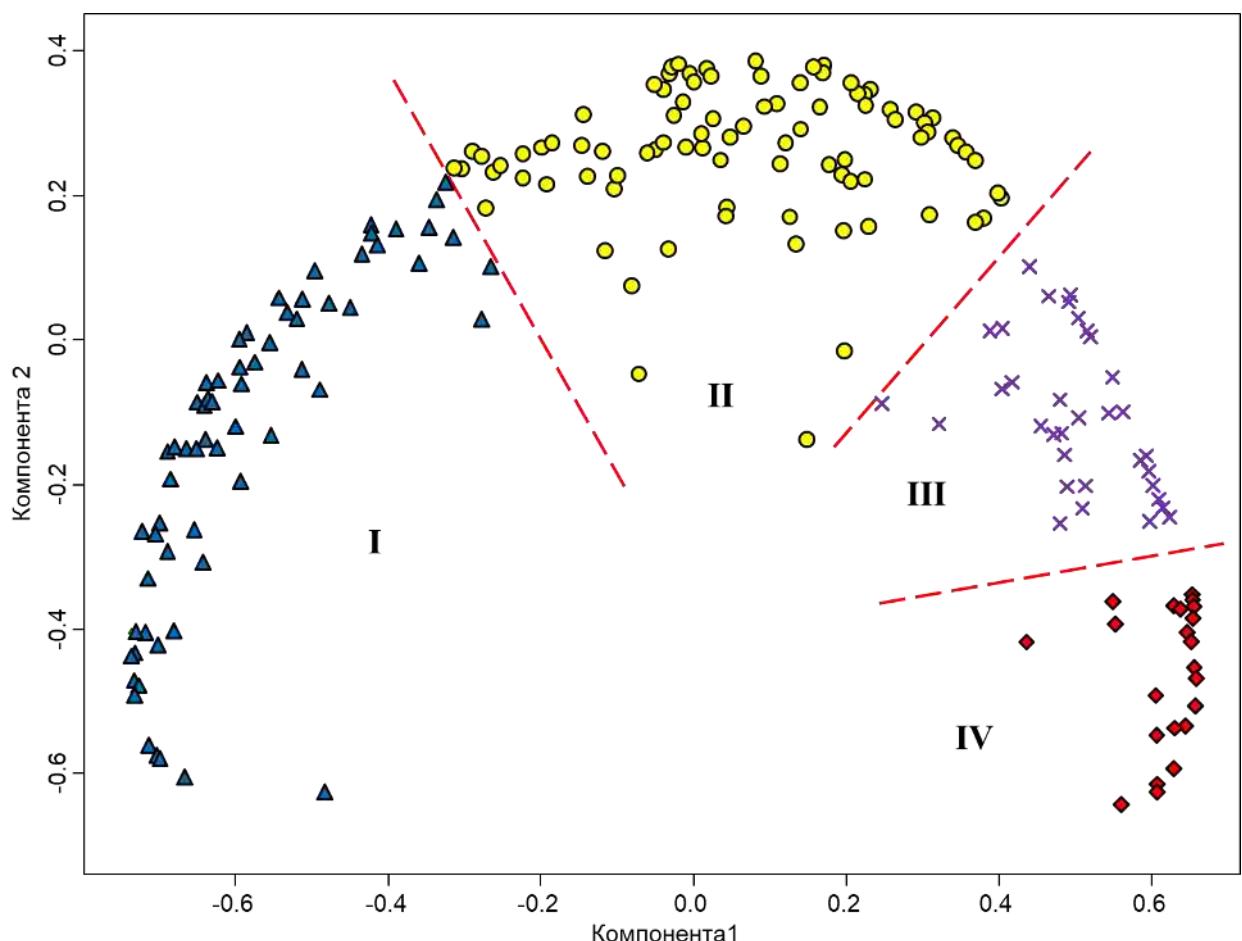
Поэтому для классификации таксонов макрозообентоса по отношению к содержанию $C_{\text{опр}}$ использовали именно координаты точек оптимума встречаемости, плотности поселения и биомассы, а также среднего значения (концентрации $C_{\text{опр}}$ на которые они приходятся), при этом для КО, которые описаны моделями VI и VII типа, включали положение оптимума основного экстремума, а для III КО – средний оптимум (рисунок 2.4).

3 Классификации таксонов макрозообентоса по отношению к содержанию $C_{\text{орг}}$

Отсутствие истинно «индифферентных» представителей макрозообентоса» (II экологический тип, модель I типа), наличие которых необходимо для вычисления индексов *AMBI* и *M-AMBI*, приведет к возникновению явно неадекватных значений этих параметров. Поэтому для асигнации донных животных к этому экологическому типу и, следовательно, исправлению сложившейся ситуации, были проанализированы размеры ниш исследованных таксонов и привлечены данные, полученные ранее при адаптации искомых индексов для акватории залива Петра Великого [24, 25].

3.1 Первичная классификация

Результаты предварительного кластерного анализа указывают на наличие примерно четырех групп гидробионтов (не показано). Применение алгоритма НМ позволяет объединить животных именно в четыре кластера, причем такое разбиение подтверждается общими и частными результатами процедуры ANOSIM (рисунок 3.1, таблица 3.1, 3.2, приложение А, таблица А.7).



Римские цифры – экологические группы (предварительное определение)
Рисунок 3.1 – Нечеткая классификации представителей макрозообентоса (глобальная статистика $R = 0,743, p = 0,001$)

Таблица 3.1 – Результаты процедуры ANOSIM

Сравниваемые группы	Статистика R	Уровень значимости, p	Число возможных перестановок	Действительное число перестановок
I-II	0,580	0,001	Too many	999
I-III	0,973			
I-IV	0,975			
II-III	0,792			
II-IV	0,968			
III-IV	0,559			

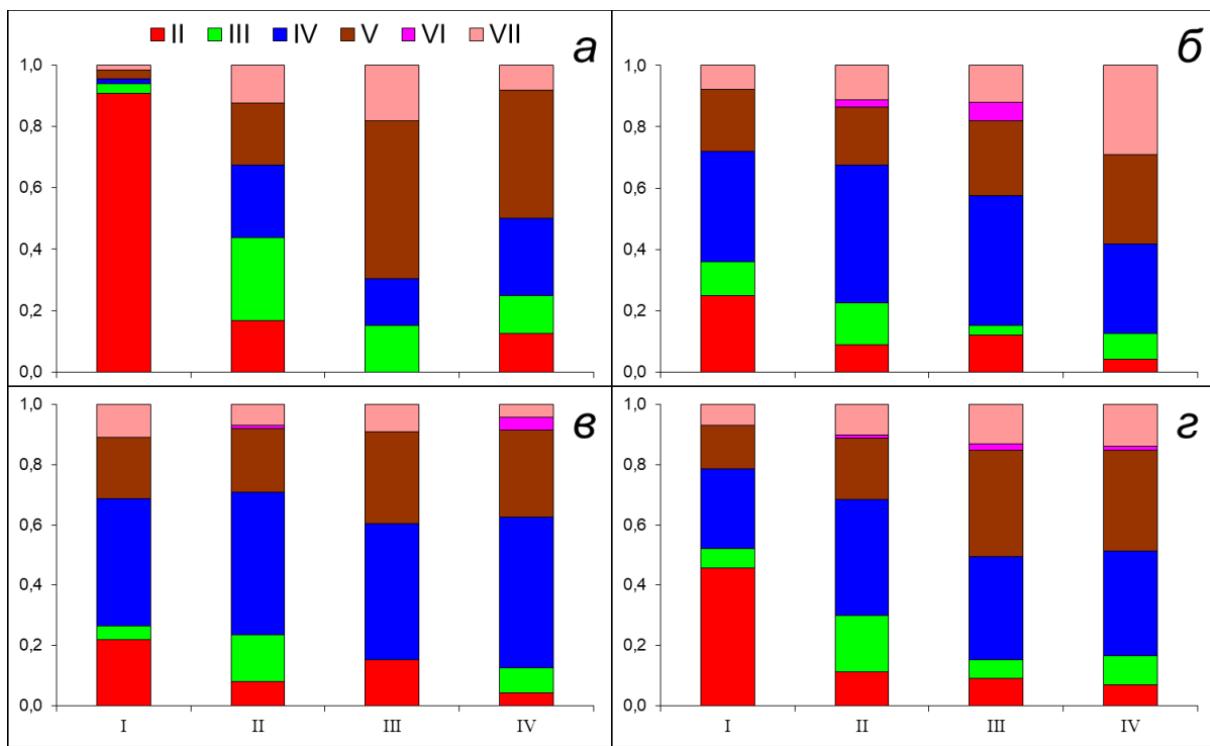
Таблица 3.2 – Некоторые статистические характеристики основных параметров моделей распределений таксонов макрозообентоса вдоль градиента содержания $C_{\text{опр}}$

Кластер	n	F_q	$\pm SE$	A	$\pm SE$	B	$\pm SE$	m	$\pm SE$
I	64	0,085	0,021	0,414	0,048	0,450	0,057	1,134	0,040
II	89	1,484	0,092	1,316	0,086	1,372	0,090	1,720	0,029
III	33	4,738	0,312	2,479	0,237	2,208	0,253	2,277	0,050
IV	24	7,152	0,552	6,116	0,538	5,353	0,568	2,941	0,170
К-У тест						0,000			

Примечание. A – плотность, B – биомасса, F_q – встречаемость, m – среднее, n – число таксонов, SE – ошибка репрезентативности, К-У – Крускала-Уоллиса (приведена вероятность справедливости H_0).

В группы I-IV вошли соответственно 64, 89, 33 и 24 таксона и, таким образом, были расклассифицированы все 210 представителей макрозообентоса. Естественно, в группах I и IV преобладают соответственно сильно лево и право асимметричные модели; в кластерах II и III степень смещения точки оптимума в ту или другую сторону снижается, доминируют модели IV и V типов (рисунок 3.2, приложение А, рисунок А.1–А.42). На рисунке 3.1 показаны так называемые дискриминантные линии, проведенные от руки. К сожалению, трансформация данных не позволила достигнуть соответствия нормальному распределению и гомоскедастичности, что исключило возможность применения дискриминантного анализа (результаты тестов Шапиро-Уилка и Левене после трансформации: вероятность справедливости $H_0 p = 0,000$ во всех случаях). Кроме еще одного подтверждения полученной ординации, последняя процедура дала бы возможность получить математическое выражение для классификации других таксонов при поступлении новых данных и выполнить статистическую оценку вероятности их вхождения в тот или иной кластер.

Кривые отклика, полученные на основе объединенных внутри групп данных по частоте встречаемости, плотности поселения и биомассе (для A и B данные предварительно

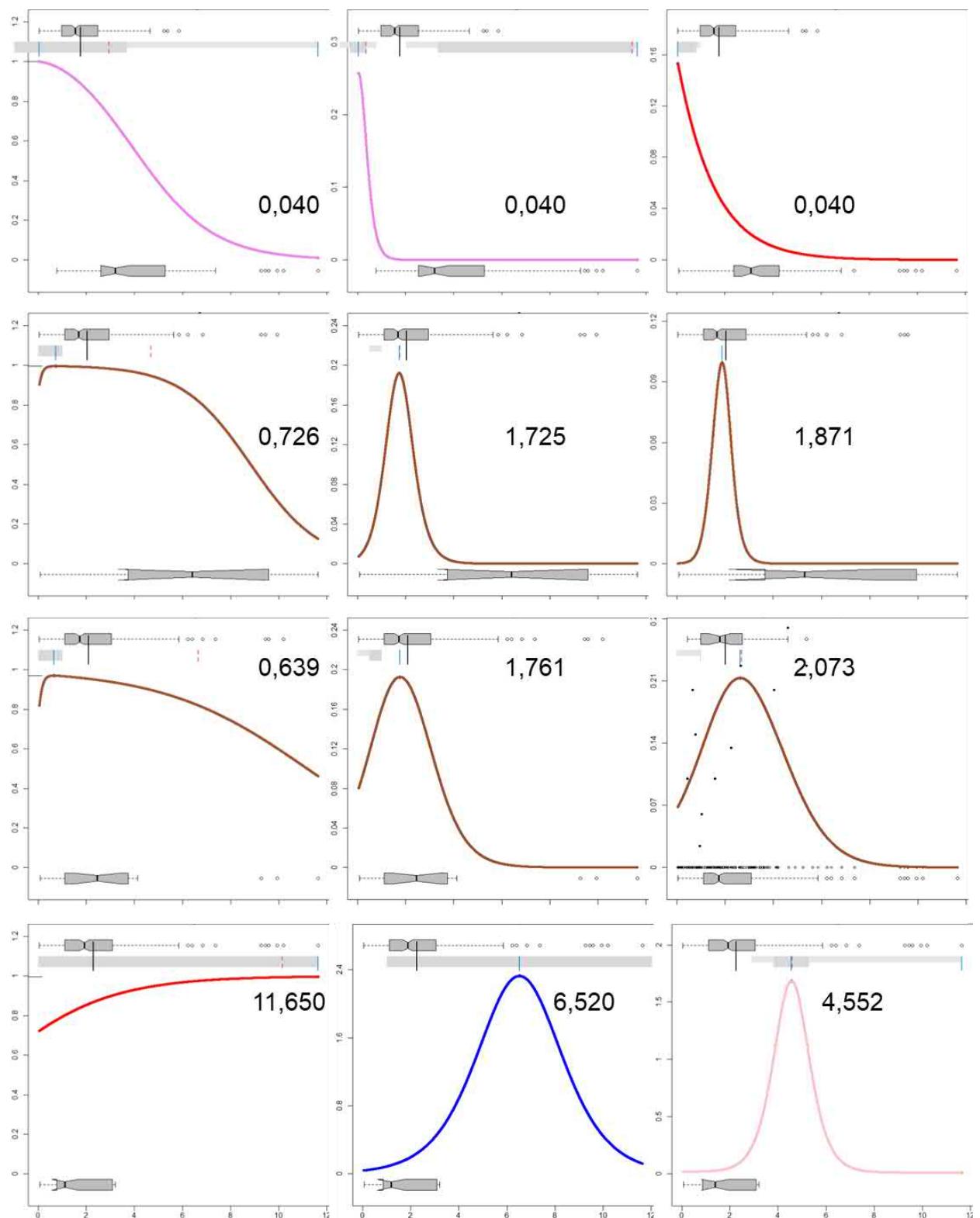


a, б, в и г – соответственно по встречаемости, плотности, биомассе и общее число моделей для всех распределений

Рисунок 3.2 – Состав выделенных групп по типам моделей

были нормализованы по наибольшим значениям и выражены в процентах от максимума), представлены почти всеми типами моделей, кроме первой (рисунок 3.3). Модель II типа описывает в биомассу в первом и встречаемость в четвертом кластере, а близкие к ней по форме – сильно асимметричные кривые отклика шестого типа – наблюдаются в первой группе у встречаемости и плотности. КО II и III кластеров представлены исключительно лево ассиметричными моделями V типа, плотность поселения в IV группе – почти симметричной моделью четвертого, а биомассы – столь же симметричной моделью седьмого типа (рисунок 3.3). Координаты внутригрупповых оптимумов последовательно сдвигаются слева направо у всех исследованных параметров, но в II и III кластерах их величины весьма близки, причем у встречаемости эта величина в III группе даже слегка меньше, чем во II. Последовательный сдвиг вправо наблюдается и у координат средних значений распределений ($I \rightarrow IV$: 1,750, 2,029, 2,082 и 2,295).

Гораздо более отчетливо такое смещение проявляется при осреднении координат оптимумов и средних у отдельных видов внутри групп, причем эти изменения значимы с позиций статистики (результаты теста Крускала-Уоллиса, таблица 3.2). Следует отметить, что при попарном сравнении значимые различия наблюдаются почти во всех случаях, за исключением оптимумов биомассы у II и III групп (результаты теста Манна-Уитни: вероятность справедливости H_0 $p = 0,000$ – $0,027$ и $0,293$).



Ряды – кластеры I–IV, ось абсцисс – концентрация $C_{\text{орг}}$ (мг/г), ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли), соответственно первый, второй и третий столбцы, цифры – координаты оптимумов (мг/г)

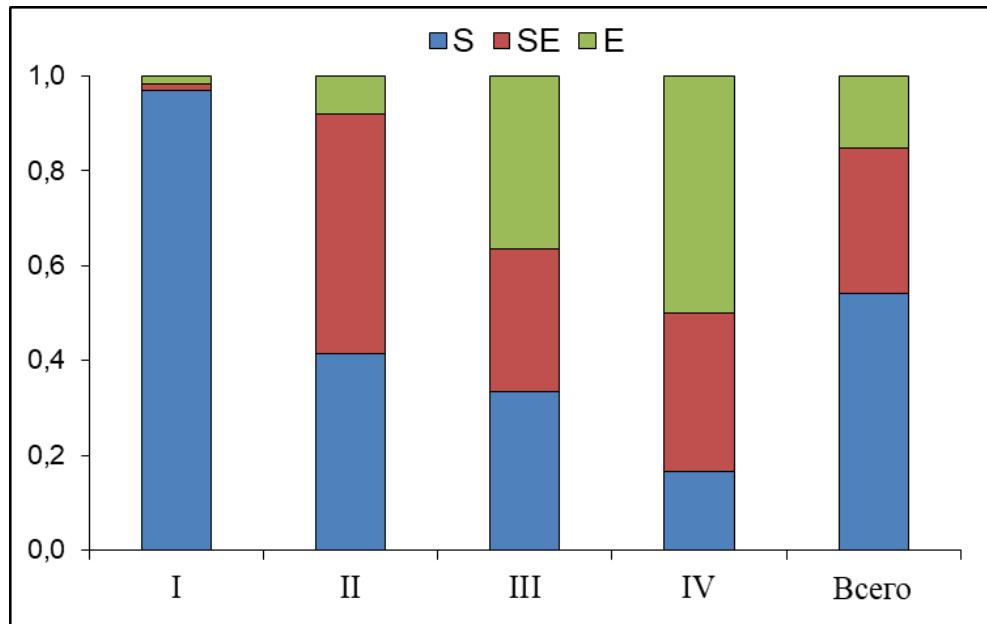
Рисунок 3.3 – Результаты классификации видов макрообентоса: кривые отклика для обобщенных внутри выделенных групп данных

Таким образом, суммируя результаты предварительной классификации, ожидаемо были получены четыре отчетливые группы таксонов, заметно и статистически значимо

отличающиеся друг от друга в основных параметрах их распределений вдоль градиента концентраций органического углерода. К первой группе, скорее всего, относятся очень чувствительные к содержанию $C_{\text{орг}}$ виды, ко второй – таксоны, толерантные к повышению содержания органического вещества, встречающиеся и при нормальных условиях, но могущие давать «вспышки» плотности при умеренном повышении концентрации $C_{\text{орг}}$ (экологические группы I и III). Группы III и IV, согласно классификации С. Хайли и М. Глемарека [8, 12] – это оппортунисты, соответственно, второго и первого порядка (IV и V).

3.2 Результаты анализа бионтности и итоговая классификация

Как было показано ранее [28–30], для характеристики бионтности правильнее всего использовать размер внешней ниши для частоты встречаемости таксона. По ее размеру у всех 210 таксонов макрозообентоса, проранжировав значения на три класса (логарифмический, масштаб: $< 2,250$, $2,250–5,058$ и $> 5,058$), получаем 114 явных стенобионтов, 64 стено-эврибионта и 32 эврибионта (приложение А, таблица А.7). В группе I преобладают стенобионтные животные, в группе II – стено-эврибионтные, в группе IV – эврибионтные (рисунок 3.4). В состав кластера III все три группы вносят примерно равный вклад.



S, SE и E – соответственно стенобионты, стено-эврибионты и эврибионты
Рисунок 3.4 – Состав выделенных групп по степени бионтности

Основная черта животных второго экологического типа – это их присутствие в небольшом количестве в относительно широком диапазоне концентраций $C_{\text{орг}}$ – от исходного состояния до легкого дисбаланса (см. ВВЕДЕНИЕ). Главное отличие гидробионтов третьей экологической группы от второй заключается в способности первых давать вспышки плотности поселения (далее – ВПП), под которыми

подразумеваются взрывные нарастания численности, свойственные видам с квазиравновесным и неравновесным типом динамики популяций [53]. В первом случае наблюдается относительно быстрый возврат состояния популяций к исходному равновесному уровню (эруптивный подтип) за счёт действия внутренних механизмов либо фиксация плотности популяций на новом уровне и возвращение к исходному состоянию под влиянием внешних факторов (биравновесный подтип). Во втором – отсутствие устойчивого состояния равновесия сменяется устойчивостью циклических изменений численности или нерегулярными её флюктуациями, носящими хаотический характер.

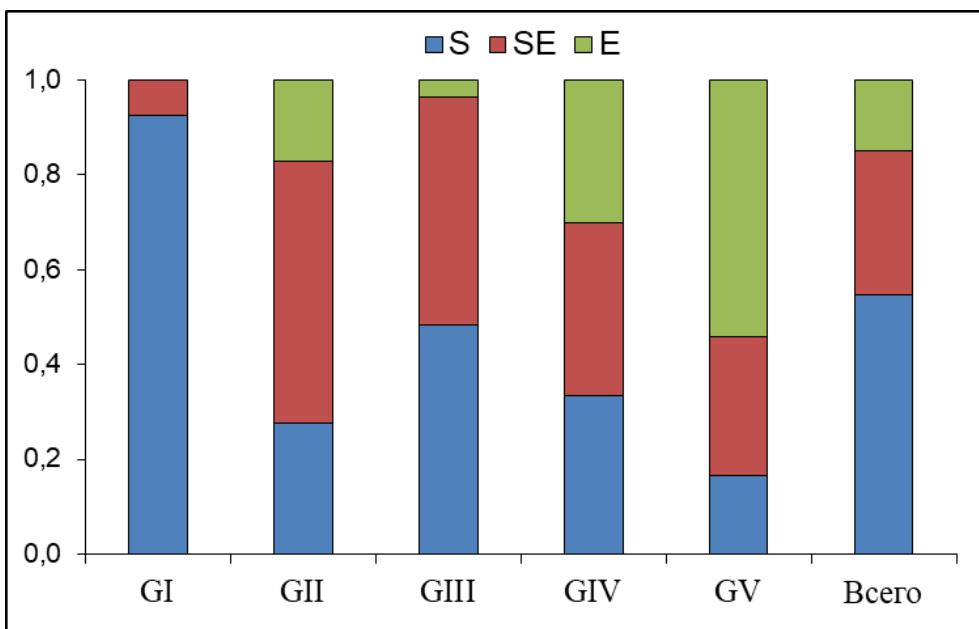
В нашем случае, к какому бы типу не относились вспышки численности*, для определения их наличия воспользуемся соотношением максимальной плотности таксона к его средней плотности, вычисленной с исключением максимума (\max/m). Границу между гидробионтами, способными и не способными продуцировать ВПП, установим в $\max/m = 100$ (чисто волевое решение). Однако такое деление весьма условно, так как средняя плотность зависит от множества факторов. Например, это сам объем выборки, частота появления ВПП и т.п. Следовательно, данный параметр можно рассматривать лишь как вспомогательный.

Для характеристики диапазона содержания $C_{\text{орг}}$, где вид присутствует, используем ширину внешней ниши, выраженную в процентах от максимума (удельная ширина), а для фиксации положения вида вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ – усредненный для распределений встречаемости, плотности и биомассы средний оптимум. Все эти характеристики для исследованных таксонов представлены в таблице А.8 (приложение А). Там же показана и итоговая классификация, а состав групп по бионтности и усредненные величины перечисленных параметров приведены на рисунке 3.5 и в таблице 3.3. Численные правила классификации и ее возможные ошибки суммированы в таблице 3.4

Итак, выполненный анализ позволяет описать экологические группы гидробионтов следующим образом (приведены наиболее часто встречающиеся таксоны):

GI. Чаще всего стенобионтные животные, экстремально чувствительные (абсолютно не толерантные) к содержанию $C_{\text{орг}}$. Представители стенобионтов – амфиопода *Ampelisca macrocephala*, морской еж *Echinocardium cordatum*, полихеты *Onuphis iridescent* и *Praxillella gracilis*, а также двустворчатый моллюск *Yoldia johanni*, стено-эврибионтов – бивалвия *Acila insignis*, разноногий рак *Crassicornophium crassicornis*, многощетинковый червь *Eteone spetsbergensis*;

* Скорее всего, и в большинстве наших случаев они относятся к биравновесному подтипу.



S, SE и E – соответственно стенобионты, стено-эврибионты и эврибионты
Рисунок 3.5 – Состав выделенных экологических групп по степени бионтности

Таблица 3.3 – Некоторые статистические характеристики дополнительных параметров распределений таксонов макрозообентоса вдоль градиента содержания $C_{\text{опр}}$

Группа	n	Оптимум, мг/г	$\pm SE$	Ширина ниши, %	$\pm SE$	max/m	$\pm SE$
GI	80	0,44	0,04	9,6	0,5	86,4	5,2
GII	47	1,46	0,06	32,4	3,2	57,0	3,6
GIII	29	1,61	0,08	21,8	3,5	136,3	6,4
GIV	30	3,24	0,10	36,5	4,9	77,7	8,6
GV	24	6,23	0,37	56,4	6,5	77,2	11,5
К-У тест				0,000			

Примечание. max и m – максимальное и среднее значение, n – число таксонов, SE – ошибка репрезентативности, К-У – Крускала-Уоллиса (приведена вероятность справедливости H_0).

GII. Стено-, стено-эврибионтные и эврибионтные животные, «индифферентные» к изменениям концентрации $C_{\text{опр}}$, в небольших количествах всегда присутствующие без значительных изменений во времени. К первым относятся бивалвии *Axinopsida subquadrata* и *Protocallithaca adamsi*, полихеты *Glycera* sp., *Melinna elisabethae* и *Edwardsia japonica*, ко вторым – многощетинковые черви *Ampharete* sp., *Harmothoe imbricata*, *Maldane sarsi* и *Scoletoma longifolia*, а также змеевостка *Ophiura sarsi*, к третьим – полихеты *Eulalia bilineata*, *Glycinde armigera*, *Goniada maculata*, *Paradorippe granulata* и *Spiophanes bombyx*;

GIII. Стено- и стено-эврибионтные, изредка – эврибионтные животные, умеренно толерантные к повышению содержания $C_{\text{опр}}$. Они встречаются и при нормальных условиях, но могут давать «вспышки» плотности при небольшом увеличении

концентрации $C_{\text{опт}}$. К стенобионтам относятся немертина *Cerebratulus marginatus*, полихеты *Cistenides hyperborea*, *Spiophanes berkeleyorum*, *Scolelepis* sp. и двустворчатый моллюск *Alveinus ojianus*, к стено-эврибионтам – бивалвии *Tetrarca boucardi*, *Cymatoica orientalis*, *Mya* sp., многощетинковые черви *Ampharete sibirica* и гастроподы *Menestho exaratissima*, к эврибионтам – немертина *Cerebratulus* sp.;

Таблица 3.4 – Численные правила классификации

Группа	Координата оптимума, мг	Удельная ширина ниши, %	max/m	Возможные ошибки классификации: причина включения в группу
I	< 1,00	Обычно < 10	Любое	<i>Melanochlamys diomedea</i> , <i>Gaetice depressus</i> , <i>Aricidea catherinae</i> : хотя оптимумы слегка больше 1,0 мг/г (1,12–1,44), но ниши очень узкие
II	1,00–2,49	Обычно >> 10	< 100	<i>Goniada maculata</i> , <i>Spiophanes bombyx</i> , <i>Crangon amurensis</i> : оптимумы несколько ниже 1,0 мг/г (0,72–0,78), но ниши очень широкие и max/m < 100
III			> 100	–
IV	2,50–4,00	Любая	Любое	–
V	> 4,00			–

GIV. Стено-, стено-эврибионтные и эврибионтные толерантные к повышенному содержанию $C_{\text{опт}}$ животные и виды-оппортунисты второго порядка. К первым относятся кумовый рак *Diastylis alaskensis*, бивалвии *Ennucula tenuis* и *Mya pseudoarenaria*, полихеты *Magelona longicornis* *Scalibregma inflatum*. Ко вторым – многощетинковые черви *Dipolydora cardalia*, *Eteone longa*, *Glycera capitata*, *Mediomastus californiensis* и приапулида *Priapulus caudatus*, к третьим – двустворчатый моллюск *Corbula venusta*, гастропода *Philine orientalis*, десятиногий рак *Pinnixa rathbuni*, полихета *Scoloplos armiger*, а также неопределенные даже до рода голотурии, нереиды и немертины;

GV. Чаще всего эврибионтные, реже – стено-эврибионтные и стенобионтные организмы, которые экстремально толерантны к высокому содержанию $C_{\text{опт}}$, а также виды-оппортунисты первого порядка. Стенобионты – полихеты *Pherusa plumosa* и *Pholoe minuta*, бивалвии *Mya arenaria* и *Theora lubrica*, стено-эврибионты – многощетинковые черви *Chaetozone setosa*, *Notomastus latericeus*, *Schistomeringos japonica*, *Eteone* sp. и форониды *Phoronopsis harmeri*, эврибионты – полихеты *Aphelochaeta pacifica*, *Capitella capitata*, *Cheilonereis cyclurus*, *Nereis* sp. и морская звезда *Asterias amurensis*.

В результате выполненных процедур, ассигнация (принадлежность к экологической группе), по сравнению с классификацией, полученной ранее [24, 25], была изменена более чем у половины таксонов макрозообентоса (у 126 из 210 – 60,0 %, приложение А, таблица

А.8). В первой группе эти изменения были выражены в наименьшей степени, а в наибольшей – в третьей (37,7 и 82 %, переклассифицированы соответственно 20 из 53 и 41 из 50 таксонов). Во второй и четвертой группах смена асигнации произошла у 62,5 % их представителей, в пятой – у 50 % (соответственно 50 из 80, 12 из 16 и 3 из 6 таксонов). Остальные итоги изменения классификации таксонов суммированы в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Изменения в классификации таксонов макрозообентоса

Экологическая группа	Объем до коррекции	Число таксонов, асигнованных в другую группу						Объем после коррекции
		GI	GII	GIII	GIV	GV	%	
GI	53	–	6	9	4	1	37,7	80
GII	80	27	–	8	11	4	62,5	47
GIII	50	13	7	–	11	10	82,0	29
GIV	16	2	4	1	–	5	62,5	30
GV	6	1	–	2	–	–	50,0	24
Отсутствует	5	4	–	–	–	1	–	–

Значительное сокращение объемов групп GII и GIII, а также увеличение GI, обусловлено применением численных методов и, соответственно, уточнением экологической классификации гидробионтов (в противовес в основном экспертным оценкам их принадлежности). Существенное расширение групп GIV и GV произошло из-за включения в их состав не только видов-оппортунистов, но и других представителей макрофaуны, которые либо весьма толерантны к повышенной концентрации $C_{\text{орг}}$, либо эффективно используют эту органику, например, в качестве пищи (так называемые грунтоеды). К оппортунистическим видам относятся *r*-стратеги – обычно мелкие организмы с высокой плодовитостью и коротким жизненным циклом (в противовес *K*-стратегам, обладающим низкой плодовитостью, но высокой выживаемостью потомства, большой продолжительности жизни и высокой конкурентоспособностью). Например, вряд ли к оппортунистам могут принадлежать *M. yessoensis* и *P. caudatus* (GIV) или *A. amurensis* (GV).

3.3 Эффективность скорректированных индексов *AMBI* и *M-AMBI*

При вычислении индексов *AMBI* и *M-AMBI* использовали только 210 таксонов, заново классифицированных в данном Отчете, при этом лишь на трех станциях число найденных видов было меньше трех (96-10, 01Z-7 и 16Z-1), что должно вызывать сомнения в точности определения искомых показателей в этих точках. Однако станции 01Z-7 и 16Z-1 приурочены к кутовой части бухты Золотой Рог и расположены вблизи устья речки Объяснения, где условия обитания гидробионтов весьма суровы – экстремальное загрязнение и эвтрофикация отягощены термическим загрязнением,

процессами гниения и, как следствие, частым падением содержания растворенного кислорода ниже критического уровня (2 мл/л). Соответственно, местообитания здесь экстремально нарушены ($AMBI \geq 6$, см. таблица 1), а обитает здесь только полихета *C. capitata* (группа GV) – вид оппортунист первого порядка, индикатор эвтрофикации и, в целом, гидробионт, крайне толерантный к любым негативным воздействиям.

Иная ситуация складывалась на станции 96-10, расположенной на мелководье у косы Молочный Вал (акватория к северу от устья реки Туманной). Грунты здесь мелкопесчаные и весьма нестабильные, что связано с высокой волновой активностью, а уровень эвтрофикации и загрязнения минимальны (содержание $C_{org} = 0,08$ мг/г, $TPF_{chem} = 1,25$ усл. ед.). Вероятно, экстремальная подвижность осадков препятствует заселению этого биотопа гидробионтами, а обитает здесь лишь двустворчатый моллюск *Yoldia johanni* (группа GI), да и то в следовых количествах.

Распределение скорректированных величин индексов *AMBI* и *M-AMBI* до преобразования не соответствовало нормальному паттерну, а выборка второго параметра не была гомоскедастичной (результаты тестов Шапиро-Уилка и Левене: вероятность справедливости H_0 $p = 0,000$ и $0,517$ и $0,003$). Процедура трансформации оказалась успешной только у индекса *M-AMBI* ($p = 0,086$ и $0,006$), но в обоих случаях требование внутригруппового равенства дисперсий не было соблюдено. Поэтому, на заключительных этапах ковариационного анализа вместо проверки нормальности распределения зависимой переменной и ее гомоскедастичности оценивали нормальность распределения и гомоскедастичность остатков модели [54]. Результаты этой проверки для обоих индексов и обеих ковариат оказались положительными – остатки были распределены нормально, а внутригрупповые дисперсии – однородны (тест Шапиро-Уилка – $p = 0,222$ – $0,530$; тест Левене – $p = 0,065$ – $0,140$; тест Брюша-Пэгэна – $p = 0,456$ – $0,982$). Итоги ANCOVA суммированы в таблице 3.5 и на рисунке 3.6.

Как было отмечено во ВВЕДЕНИИ, для индикации наилучшим показателем следует считать тот, который имеет наибольший и существенный ($> 50\%$) вклад индицируемого фактора в общую объясненную дисперсию на фоне минимального «шума», создаваемого остальными предикторами. До коррекции индексов *AMBI* и *M-AMBI* единственным параметром, полностью удовлетворяющим этим требованиям, был TPF_{bio} , настроенный на определение уровня химического загрязнения грунтов (рисунок 3.6). Одновременно, этот показатель мог рассматриваться и как индикатор уровня эвтрофикации (содержания C_{org}), хотя и в меньшей степени.

После переопределения принадлежности таксонов макрозообентоса к экологическим группам, вклад ковариаты содержание C_{org} в объясненную дисперсию

индекса $AMBI$ вырос более чем в два раза и заметно превысил как искомые 50 %, так и TEV у TPF_{bio} , а шум, создаваемый другими предикторами, упал до минимума (рисунок 3.6, таблица 3.6). В остальных случаях эти изменения гораздо менее существенны: у $M-AMBI$ (непрерывная переменная – концентрация C_{opr}) это приращение составило всего 2,6 %, у $AMBI$ (ковариата – TPF_{chem}) – 7,2 %; при этой же ковариате TEV у $M-AMBI$ – 9,6 %, на фоне существенного вклада категориальных факторов. Иными словами, их эффективность осталась практически на том же уровне, что и до коррекции.

Таблица 3.6 – Результаты ANCOVA (с учетом краевых эффектов, тип III): первичные модели – $Pa \sim \text{poly}(C_{opr} \text{ или } TPF_{chem}, \text{ degree} = 3) + FSed + FDth3$ и $M-AMBI \sim \text{poly}(C_{opr}, \text{ degree} = 3) \times FTPF_{chem}$

Параметр	Фактор	Сумма квадратов	df	η^2	F	p
Индекс $AMBI_{cor}$ $r^2 = 0,620, F = 61,01$ $p = 0,000$	Глубина	2,922	2	0,012	2,451	0,088
	Содержание AP	1,219	2	0,005	1,022	0,361
	Содержание C_{opr}	147,311	3	0,602	82,383	0,0000
	Остатки	156,759	263			
Индекс $AMBI_{cor}$ $r^2 = 0,529, F = 42,19$ $p = 0,000$	Глубина	5,494	2	0,021	3,729	0,025
	Содержание AP	22,847	2	0,087	15,506	0,000
	TPF_{chem}	110,315	23	0,421	49,913	0,000
	Остатки	193,755	263			
Индекс $M-AMBI_{cor}$ $r^2 = 0,487, F = 34,11$ $p = 0,000$	Глубина	0,596	2	0,158	21,294	0,000
	Содержание AP	0,040	2	0,011	1,433	240
	Содержание C_{opr}	1,195	23	0,318	26,095	0,000
	Остатки	3,680	263			
Индекс $M-AMBI_{cor}$ $r^2 = 0,434, F = 28,80$ $p = 0,000$	Глубина	0,396	2	0,080	14,048	0,000
	Содержание AP	0,117	2	0,023	4,138	0,014
	TPF_{chem}	1,646	3	0,331	38,940	0,000
	Остатки	3,705	263			
Индекс $M-AMBI_{cor}$ $r^2 = 0,700, F = 55,18$ $p = 0,000$	TPF_{chem} (3 градации)	1,251	3	0,432	82,766	0,000
	Содержание C_{opr}	0,438	2	0,151	19,279	0,000
	Содержание $C_{opr}:TPF_{chem}$	0,341	6	0,118	7,504	0,000
	Остатки	1,958	259			

Примечание. r – коэффициент множественной корреляции, F – критерий Фишера, p – вероятность справедливости H_0 , df – число степеней свободы, η^2 – частные вклады предикторов в объясненную дисперсию, Pa – биотический параметр, poly – полином, degree – его степень.

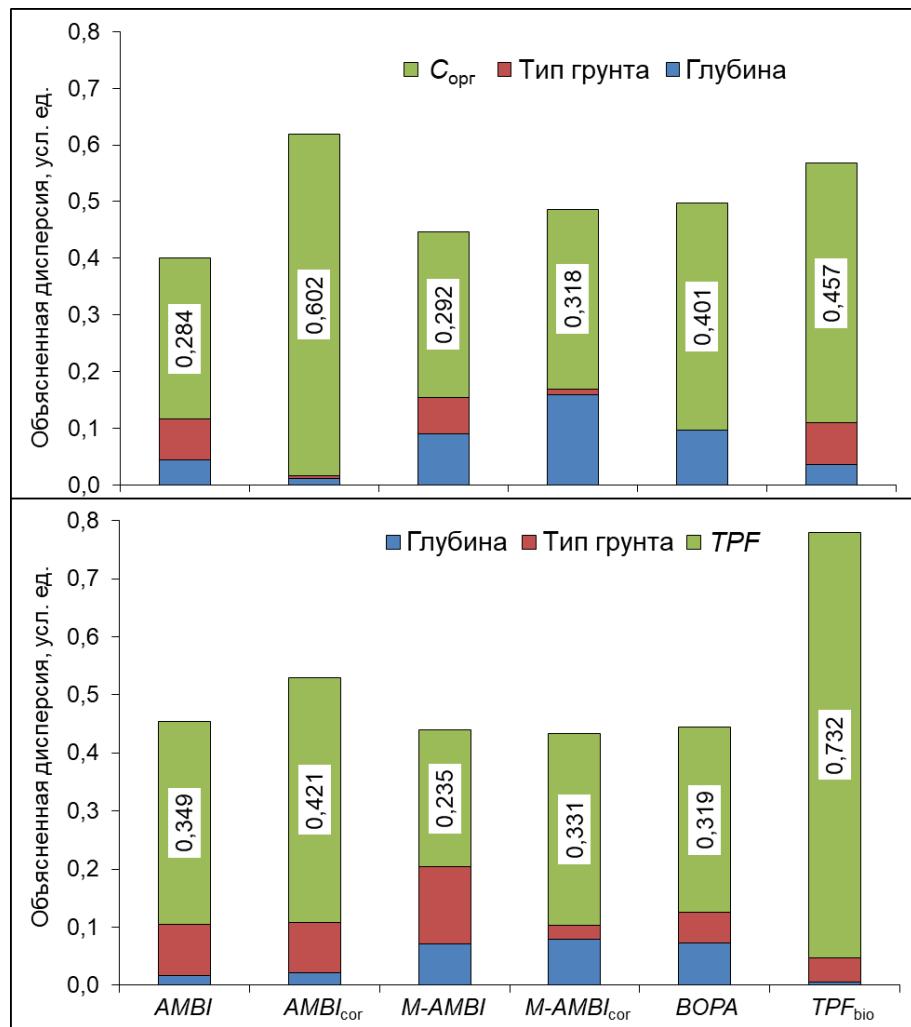
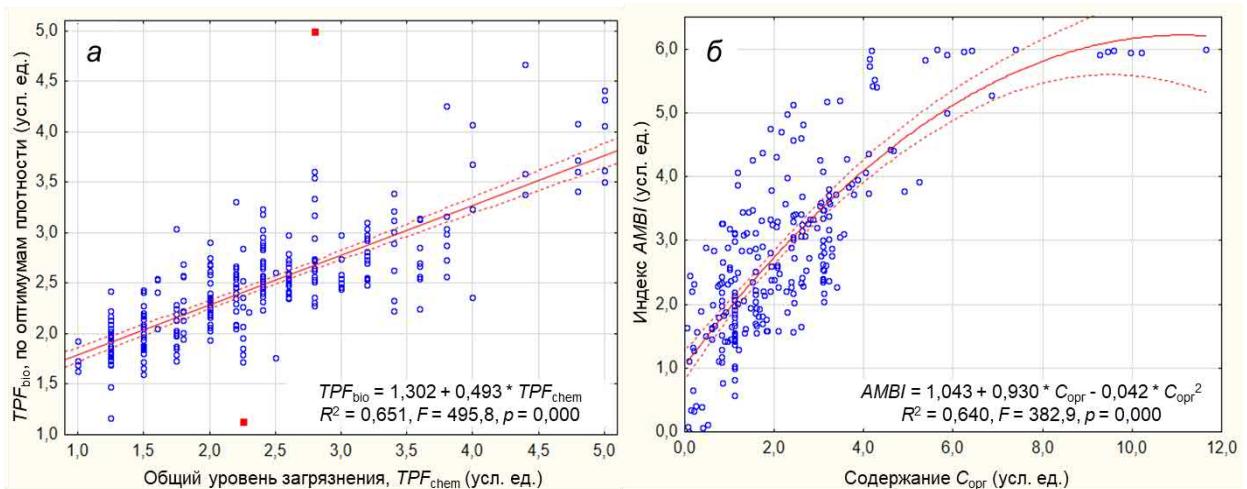


Рисунок 3.6 – Вклад различных факторов среди в общую объясненную дисперсию некоторых биотических параметров для ковариат $C_{\text{орг}}$ и TPF_{chem} . Для сравнения показаны дисперсии индексов $AMBI$ и $M-AMBI$ до коррекции, а также индексов $BOPA$ и TPF_{bio} по: [24, 25]

Полученные результаты легко объяснимы как с математических, так и с экологических позиций. За счет изменений классификации таксонов индекс $AMBI$ был настроен на биоиндикацию содержания органического углерода в осадках, как это было сделано ранее для индекса TPF_{bio} (настройка на биоиндикацию общего уровня химического загрязнения донных отложений). В дальнейшем, вполне реально еще больше увеличить величину объясненной дисперсии, воспользовавшись принципами построения TPF_{bio} , и создать новый индекс для биоиндикации концентрации $C_{\text{орг}}$ (C_{bio} ; с формулой аналогичной выражению 1.2, где вместо координат оптимумов по TPF_{chem} будут стоять таковые для содержания $C_{\text{орг}}$). Свидетельство этому – весьма высокий уровень корреляции индекса $AMBI$ с содержанием $C_{\text{орг}}$, сопоставимый с таковым для TPF_{bio} и TPF_{chem} до удаления «лишней» дисперсии, маскирующей реальную форму зависимостей и силу связи предиктора и предиката (рисунок 3.7). Однако это не входит в цель и задачи настоящего Отчета.



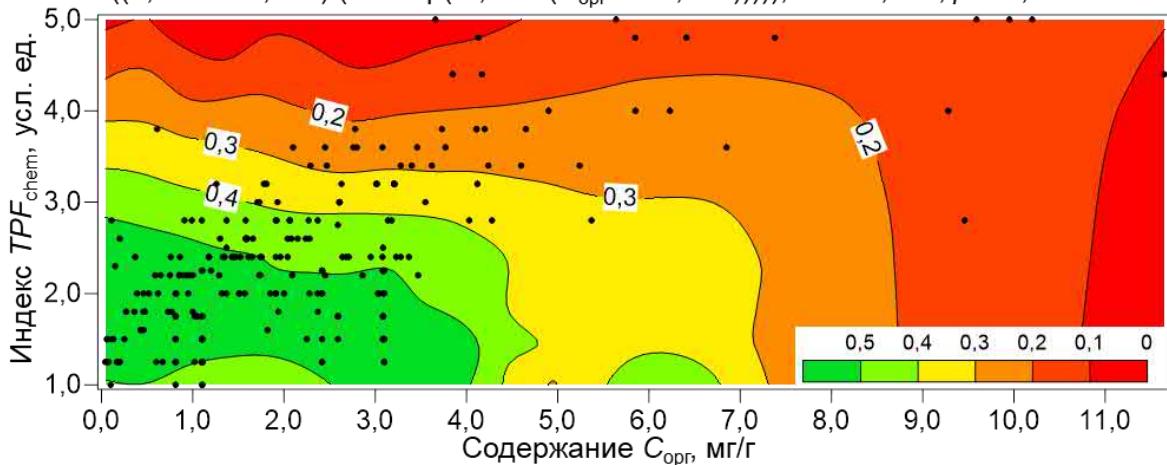
a – по [28, 30], *б* – данные настоящего Отчета, R – коэффициент корреляции, F – расчетная величина критерия Фишера, p – вероятность справедливости H_0

Рисунок 3.7 – Зависимости некоторых биотических индексов от факторов среды

Индекс *M-AMBI* характеризует статус (состояние) макрозообентоса, а при его определении используются, кроме *AMBI*, индексы видового богатства Маргалефа и разнообразия Шеннона-Винера, которые зависят не только от уровня эвтрофикации, но и от множества других факторов среды и, прежде всего, от уровня загрязнения. В целом, в исследованных районах залива Петра Великого последний фактор является определяющим в изменчивости *M-AMBI*: на него приходится 43,2 % объясненной дисперсии от TEV (70,0 %), тогда как на изменения концентрации органического углерода – 15,1 %, а на взаимодействие этих параметров – 11,8 % (таблица 3.4). Нелинейное оценивание дает для TPF_{chem} 35,8%, а для концентрации C_{opr} – 26,4 (при TEV = 62,2 %, трехмерная сигмоидальная функция, рисунок 3.8). Такое соотношение дисперсий говорит о том, что при определении состояния или статуса донного населения логичнее использовать TPF_{bio} , а не *AMBI*, по крайней мере, на акватории залива Петра Великого. Однако такие преобразования также не входят в цель и задачи настоящего Отчета и требует отдельного исследования.

Содержание C_{opr} и индекс TPF_{chem} сильно коррелируют друг с другом (взаимно объясняемая дисперсия приближается к 70 %), причем минимальные концентрации C_{opr} отчетливо соответствуют минимальным значениям TPF_{chem} , а максимальные – максимальным [39]. Но между экстремумами эта связь не столь однозначна и относительно высокой эвтрофикации может соответствовать относительно низкий уровень загрязнения и наоборот. В результате, учитывая граничные критерии TPF_{chem} (см. раздел 1.2), величина *M-AMBI* на конкретной станции может определяться, как учтенной, так и не учтенной в модели непрерывной переменной.

$$M\text{-}AMBI_{\text{cor}} = (-6,424 + ((-6,705 + 6,424)/(1 + \exp(-4,272*(TPF_{\text{chem}} - 3,010)))) + (21,903 + ((6,857 - 21,903)/(1 + \exp(-0,341*(C_{\text{opr}} + 13,168))))), R^2 = 0,622, p = 0,000$$



R – коэффициент корреляции, p – вероятность справедливости H_0

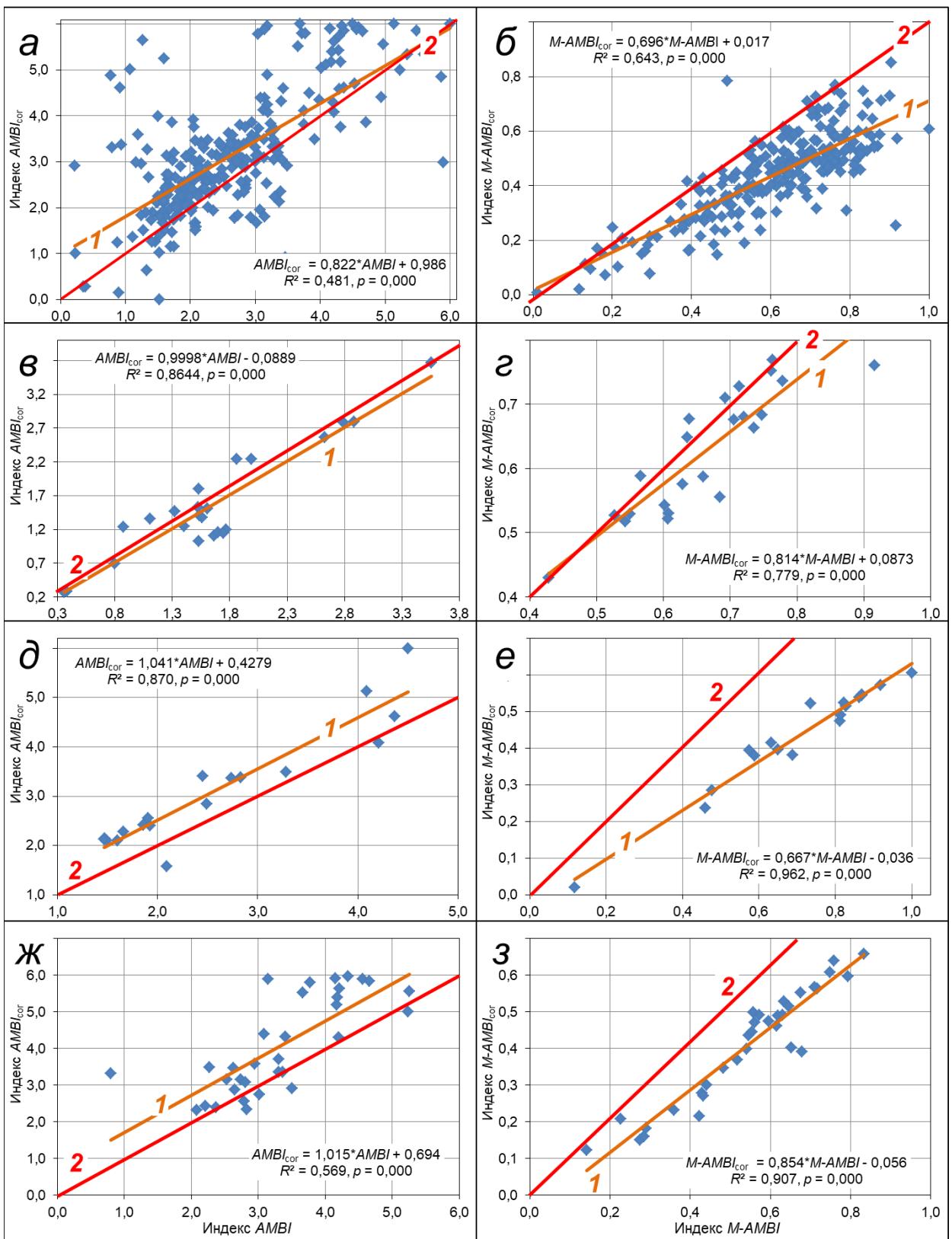
Рисунок 3.8 – Результат подгонки поверхности для модели, описывающей зависимость индекса $M\text{-}AMBI_{\text{cor}}$ от содержания C_{opr} и загрязнения осадков (индекс TPF_{chem})

В итоге, донное население может иметь довольно высокий статус при относительно большом содержании органики и низком TPF_{chem} , или низкой концентрации C_{opr} и относительно высоком TPF_{chem} (слегка меньше 2,5 усл. ед.), что и ведет к снижению TEV. Естественно, здесь «работает» и концепция метаболического прогресса [55], согласно которой слабое и умеренное повышение трофности влечет за собой увеличение интенсивности метаболизма – метаболический прогресс, сопровождающийся экологическим прогрессом – увеличением числа видов, усложнением межвидовых отношений и пространственной структуры (ростом индексов Маргалефа и Шеннона-Винера) [24, 25]. Следовательно, можно ожидать некоторое нарушение негативного синергетического действия эвтрофикации и загрязнения примерно в первой трети диапазона концентраций C_{opr} .

3.4 Сравнение пространственных распределений индексов $AMBI$ и $M\text{-}AMBI$ до и после коррекции

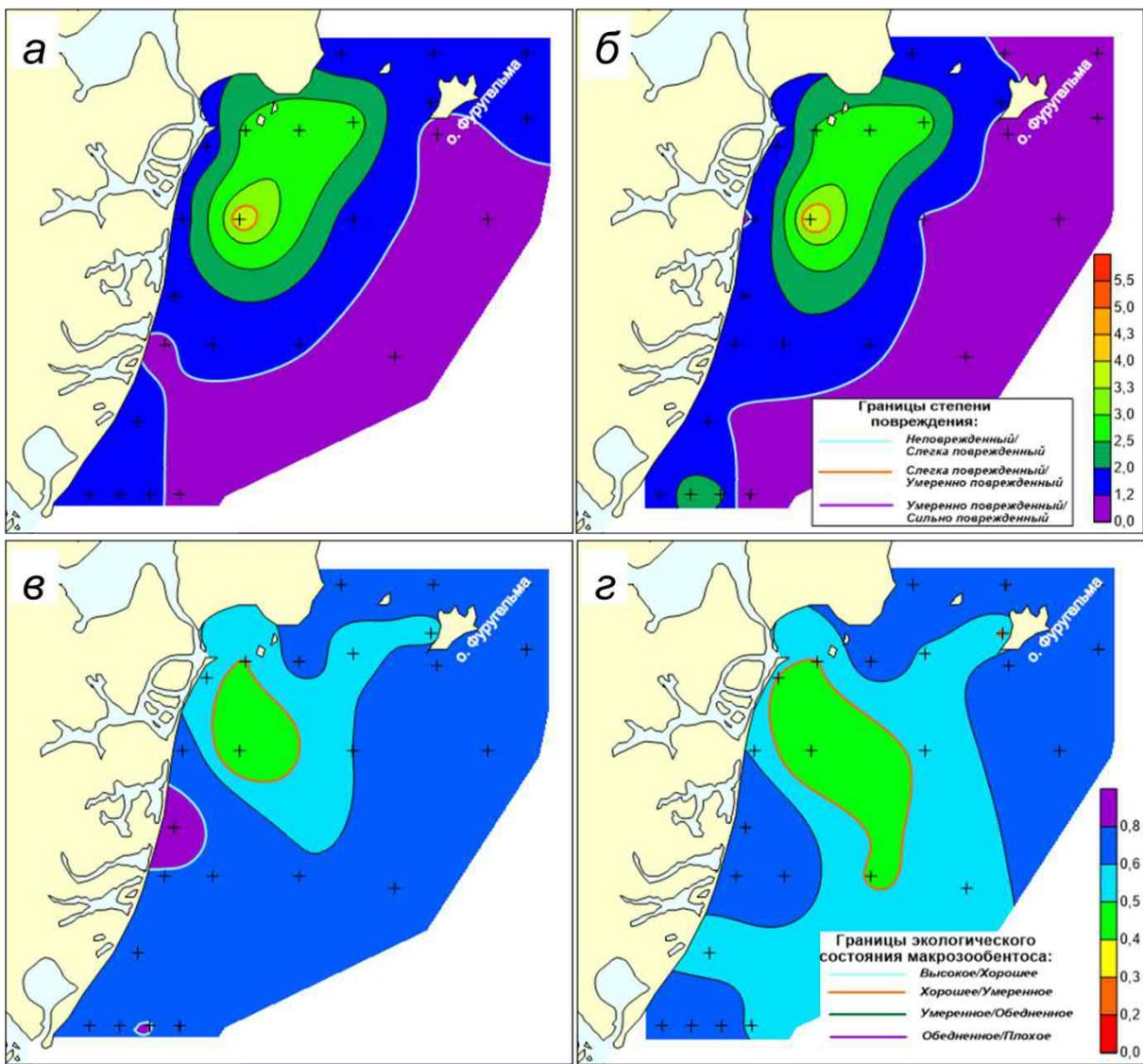
Изменения индекса $AMBI$, к которому привели уточнения в классификации гидробионтов по экологическим типам, весьма существенны, а общей тенденцией является значительное повышение его значений (рисунок 3.9 a). Это свидетельствует об увеличении степени нарушения донного населения и их биотопов в отношении уровня эвтрофикации. Как следствие, состояние или статус макрозообентоса заметно снижается (рисунок 3.9 b).

Другая тенденция – это зависимость масштаба изменений индексов $AMBI$ и $M\text{-}AMBI$ от антропогенного воздействия, которое выражается не только в степени эвтрофикации исследуемой акватории, но и уровне ее загрязнения (рисунок 3.9–3.12). При незначительном



а, б – все данные, в, г – акватория к северу от устья реки Туманной, д, е – залив Стрелка и бухта Рифовая, ж, з – прибрежная акватория Владивостока, 1 – линейный тренд, 2 – линия равенства индексов, R – коэффициент корреляции, p – вероятность справедливости H_0

Рисунок 3.9 – Связь значений индексов $AMBI$ и $M-AMBI$, полученных до и после коррекции

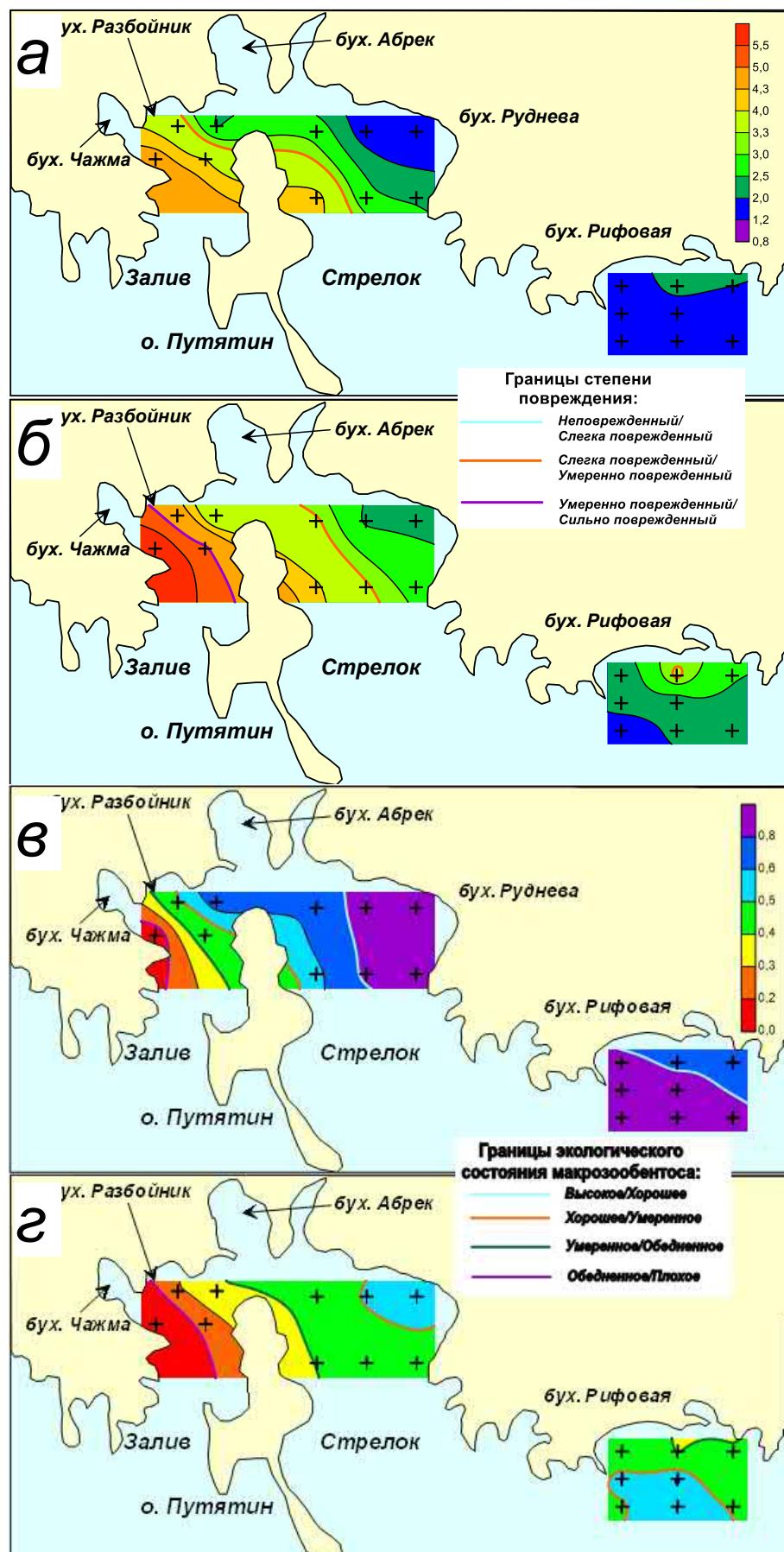


а, б и в, г – соответственно индексы *AMBI* и *M-AMBI*

Рисунок 3.10 – Распределение значений индексов *AMBI* и *M-AMBI*, полученных до и после коррекции (соответственно слева и справа), на акватории к северу от устья реки Туманной

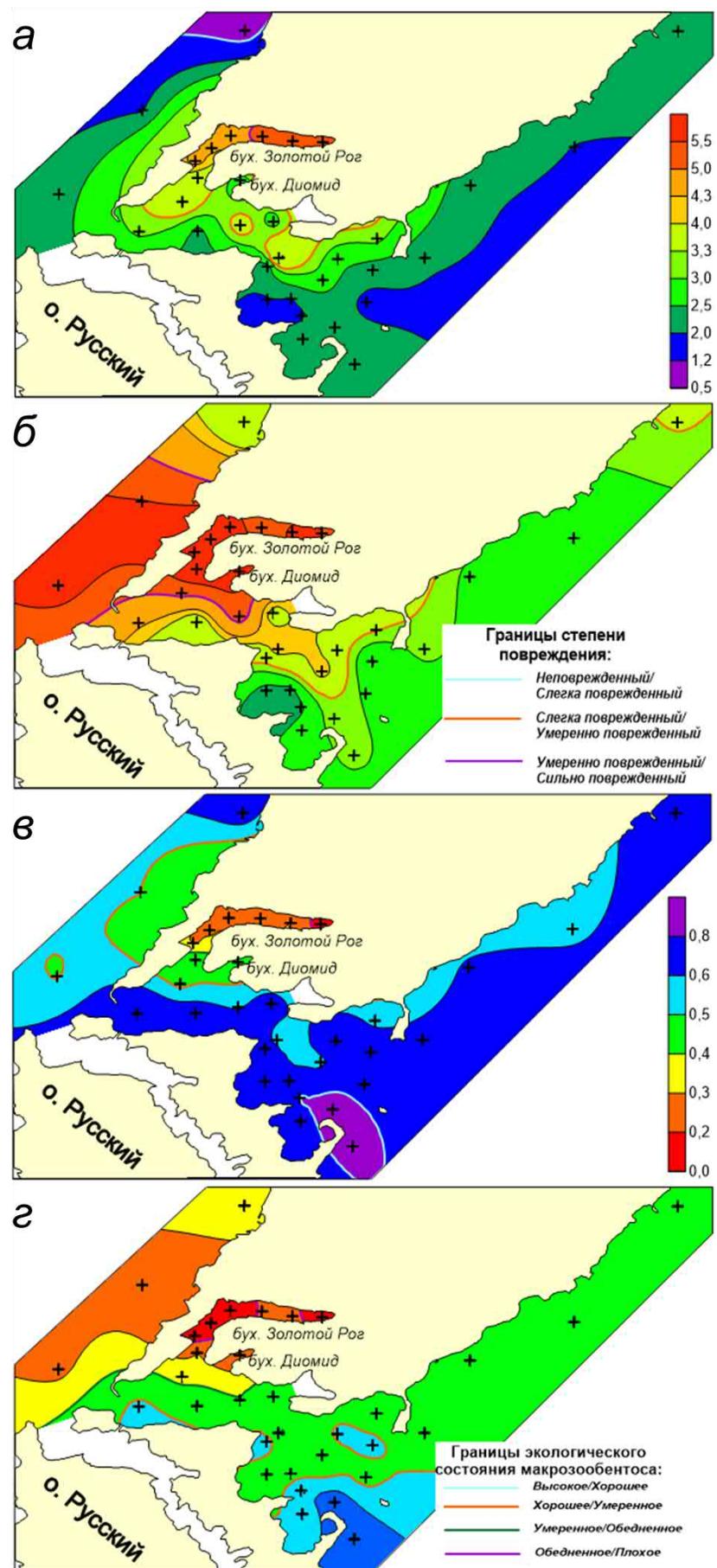
воздействии, например, на акватории к северу от устья реки Туманной (содержание $C_{\text{орг}} = 0,55 \pm 0,13$ мг/г, $TPF_{\text{chem}} = 1,51 \pm 0,07$ усл. ед. – ниже предельно допустимого уровня – ПДУ₁₀ для декапод), эти изменения несущественны, что отражается в минимальных отклонениях их пространственных распределений друг от друга, причем у индекса *AMBI* они вообще ничтожны (рисунок 3.9в, г, 3.10).

Почти при таком же уровне загрязнения ($TPF_{\text{chem}} = 1,68 \pm 0,10$ усл. ед.), но существенно более высоких концентрациях органического углерода ($1,65 \pm 0,19$ мг/г), масштаб этих изменений выражен гораздо сильнее (рисунок 3.9д, е, 3.11). После коррекции, в схеме распределения индекса *AMBI* на акватории залива Стрелок и в бухте Рифовой почти полностью исчезают области ненарушенных биотопов (интактного макрозообентоса), а в таковой *M-AMBI* – зон с высоким статусом донного населения, хотя сами паттерны этих изменений остаются практически идентичными. Например, в обоих



а, б и в, г – соответственно индексы AMBI и M-AMBI

Рисунок 3.11 – Распределение значений индекса AMBI и M-AMBI, полученных до и после коррекции (соответственно вверху и внизу), в заливе Стрелок и бухте Рифовой



a, б и в, г – соответственно индексы AMBI и M-AMBI

Рисунок 3.12 – Распределение значений индексов AMBI и M-AMBI, полученных до и после коррекции (соответственно вверху и внизу), на прибрежной акватории Владивостока

случаях и у обоих индексов сохраняется отчетливый градиент величин от бухты Руднева к устью бухты Чажма.

Эти изменения ещё более отчетливы при экстремальных или близких к таковым уровням эвтрофикации и загрязнения (содержание $C_{opr} = 3,98 \pm 0,40$ мг/г и $TPF_{chem} = 3,63 \pm 0,13$ усл. ед. – ниже ERM_q , порога окончания области прогрессивной деградации макрозообентоса) (рисунок 3.9ж,з, 3.12). Как и в предыдущем примере, на прибрежной акватории Владивостока при использовании скорректированных индексов *AMBI* и *M-AMBI* исчезают области ненарушенных биотопов и таковые с высоким статусом донного населения, причем качество морской среды заметно снижается даже в бухте Золотой Рог, что особенно заметно в ее устьевой части.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запланированные на 2025 г. работы по систематизации и анализу данных, в соответствие с Государственным заданием, выполнены полностью. На основе проведенных наблюдений, расчетов и анализа можно сделать следующие выводы.

1) В процессе работы систематизированы и реструктурированы данные по факторам среды (гранулометрический состав, содержание загрязняющих веществ и органического углерода в донных отложениях) и количественным характеристикам макрозообентоса, сгруппированы опубликованные и неопубликованные авторами результаты и материалы, полученные в рамках выполнения НИР (2020–2024 гг.). Выбраны виды или таксоны более высокого ранга макрозообентоса, перспективные для биоиндикации эвтрофикации (по частоте встречаемости, более 5 случаев обнаружения, всего 210 таксонов, приблизительно 40 % найденных видов);

2) Исследовано распределение выделенных таксонов вдоль градиента содержания органического углерода ($C_{\text{орг}}$) при помощи моделей Хаусмана-Олфа-Фреско (получены кривые отклика для встречаемости, плотности поселения и биомассы 210 таксонов, всего 630 кривых отклика). Выделены параметры, наиболее перспективные для их классификации относительно концентрации $C_{\text{орг}}$ (координаты оптимумов количественных характеристик и средних распределений, а также ширина внешней ниши);

3) Таксоны макрозообентоса по распределению вдоль градиента содержания $C_{\text{орг}}$ расклассифицированы в пять групп (GI–GV). Первая группа включает чаще всего стенобионтных животных, экстремально чувствительных к содержанию $C_{\text{орг}}$, вторая – стено-, стено-эврибионтов и эврибионтов, «индифферентных» к изменениям концентрации $C_{\text{орг}}$. GIIII объединяет стено- и стено-эврибионтных, изредка – эврибионтных гидробионтов, умеренно толерантных к повышению содержания $C_{\text{орг}}$; они встречаются и при нормальных условиях, но могут давать «вспышки» плотности при небольшом увеличении концентрации $C_{\text{орг}}$. В GIV. входят стено-, стено-эврибионты и эврибионты, толерантные к повышенному содержанию $C_{\text{орг}}$, и виды-оппортунисты второго порядка, в GV – чаще всего эврибионтные, реже – стено-эврибионтные и стенобионтные организмы, которые экстремально толерантны к высокому содержанию $C_{\text{орг}}$, и виды-оппортунисты первого порядка.

4) Изменение ассигнации, по сравнению с классификацией, полученной ранее, произошло у 126 таксонов из 210 (60,0 %). В первой группе эти изменения были выражены в наименьшей степени, а в наибольшей – в третьей (37,7 и 82 %, переклассифицированы соответственно 20 из 53 и 41 из 50 таксонов). Во второй и четвертой группах смена

ассигнации произошла у 62,5 % их представителей, в пятой – у 50 % (соответственно 50 из 80, 12 из 16 и 3 из 6 таксонов);

5) На основе полученной классификации были откорректированы биотические индексы *AMBI* и *M-AMBI* (*AZTI Marine Biotic Index* и *Multivariate AZTI Marine Biotic Index*). В результате коррекции эффективность биоиндикации содержания $C_{\text{опр}}$ при помощи индекса *AMBI* выросла более чем в два раза (объясняемая дисперсия – TEV – увеличилась с 28,4 до 60,2%). Это дает возможность в дальнейшем еще больше увеличить TEV, воспользовавшись принципами построения TPF_{bio} , и создать новый индекс для биоиндикации концентрации $C_{\text{опр}}$. Эффективность индекса *M-AMBI* осталась практически на том же уровне, что и до коррекции (приращение TEV составило 2,6–9,6 %);

6) Показано, что вариации индекса *M-AMBI* определяются, главным образом, уровнем химического загрязнения и, поэтому, уточнение классификации гидробионтов не привело к изменению его эффективности в биоиндикации влияния содержания $C_{\text{опр}}$ на статус макрозообентоса. В связи с этим, для повышения его качества в оценке состояния донного населения, при его вычислении, возможна замена индекса *AMBI* на TPF_{bio} , который настроен на определение уровня загрязнения, а возможно и включение в расчеты обоих этих показателей;

7) Изменения индекса *AMBI*, к которому привели уточнения в классификации, весьма существенны, а общей тенденцией является значительное повышение его значений, что свидетельствует об увеличении степени нарушения донного населения и их биотопов в отношении уровня эвтрофикации. Как следствие, состояние или статус макрозообентоса заметно снижается. Другая тенденция – это зависимость масштаба изменений индексов *AMBI* и *M-AMBI* от антропогенного воздействия, которое выражается не только в степени эвтрофикации исследуемой акватории, но и уровне ее загрязнения: при незначительном воздействии эти изменения несущественны, и заметно возрастают с увеличением уровня эвтрофикации и загрязнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. — Л.: Гидрометеоиздат. — 1979. — 375 с.
2. Mann R.E. Global environmental monitoring system (GEMS). — Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3. — Toronto. 1973. — 130 p.
3. 2000/60/EC. Water Framework Directive. — 2000. — URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32000L0060>.
4. Van Hoey G., Borja A., Birchenough S., Buhl-Mortensen L., Degraer S., Fleischer D., Kerckhof F., Magni P., Muxika I., Reiss H., Schröder .., Zettler M.L. The use of benthic indicators in Europe: From the Water Framework Directive to the Marine Strategy Framework Directive // Mar. Pollut. Bull. — 2010. — Vol. 60. — P. 2187–2196.
5. 2008/56/EC. Marine Strategy Framework Directive. — 2008 — URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056>.
6. Mee L.D., Jefferson R.L., Laffoley D.d.A., Elliott M. How good is good? Human values and Europe's proposed Marine Strategy Directive // Mar. Pollut. Bull. — 2008. — Vol. 56. — P. 187–204.
7. Glemarec M., Hily C. Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les eaux urbaines et portuaires // Acta Oecologica Oecologia Applicata. — 1981. — Vol. 2. — P. 139–150.
8. Hily, C. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. These de Doctorat d'Etat, Univ. Bretagne Occidentale. — 1984. — Vol. 1. — 359 p.; Vol. 2. — 337 p.
9. Gray J. S. Pollution-induced changes in populations // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. — 1979. — Series B. — Vol. 286. — P. 545–561.
10. McArthur R.H., Wilson E. The theory of island biogeography. — New York: Princeton University Press. — 1967. — 203 p.
11. Salen-Picard C. Schemas d'evolution d'une biocenose macrobenthique du substrat meuble // Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris. — 1983. — Vol. 296. — P. 587–590.
12. Glemarec M. Ecological impact of an oil-spill: utilization of biological indicators // IAWPRC-NERC Conference, July 1985. — IAWPRC Journal. — 1986. — Vol. 18. — P. 203–211.
13. Majeed S. A. Organic matter and biotic indices on the beaches of North Brittany // Mar. Pollut. Bull. — 1987. — Vol. 18, № 9. — P. 490–495.

14. Grall J., M. Glemarec. Using Biotic Indices to Estimate Macrobenthic Community Perturbations in the Bay of Brest // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. — 1997. — Vol. 44 (Supplement A). — P. 43-53.
15. Hily C., Le Bris H., Glemarec M. Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques // *Oceanis*. — 1986. — Vol. 12. — P. 419–426.
16. Borja Á., Franco J., Muxika I. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools // *Mar. Pollut. Bull.* — 2004. — Vol. 48, № 3–4. — P. 405–408.
17. Borja Á., Franco J., V. Perez. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments // *Mar. Pollut. Bull.* — 2000. — Vol. 40, № 12. — P. 1100–1114.
18. Muxika I., Borja Á., Bald J. Using historical data, expert judgment and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive // *Mar. Pollut. Bull.* — 2007. — Vol. 55, № 1–6. — P. 16–29.
19. Muxika I., Borja Á., Bonne W. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts // *Ecological Indicators*. — 2005. — Vol. 5. — P. 19–31.
20. Borja Á., Mader J., Muxika I. Instructions for the use of the AMBI index software (Version 5.0) // <http://ambi.azti.es/> — *Revista de Investigacion Marina*. — 2012. — Vol. 19, № 3. — P. 71–82.
21. Borja A., Muxika I., Franco J. Long-term recovery of soft bottom benthos following urban and industrial sewage treatment in the Nervión estuary (Southern Bay of Biscay) // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* — 2006. — Vol. 313. — P. 43–55.
22. Sigovini M., Keppel E., Tagliapietra D. M-AMBI revisited: looking inside a widely-used benthic index // *Hydrobiologia*. — 2013. — Vol. 717. — P. 41–50.
23. Borja A., Muxika I. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality // *Mar. Pollut. Bull.* — 2005. — Vol. 50. — P. 787–789.
24. Отчет ФГБУ «ДВНИГМИ» «Предложения по разработке новых или обновления существующих методов гидробиологического анализа морской среды с целью определения качества морских вод по характеристикам состояния биологических сообществ. Адаптация метода оценки качества морской среды по данным биологического анализа на основе индексов AMBI и M-AMBI (Azti Marine Biotic Index и Multivariate Azti Marine Biotic Index) для залива Петра Великого Японского моря». — 2020. — 120 с. —

URL: http://ferhri.org/images/stories/ FERHRI/NIR/Otchet_463_moschenko.pdf (дата обращения 22.11.2025).

25. Мощенко А.В., Белан Т.А., Борисов Б.М., Лишавская Т.С., Севастьянов А.В. Адаптация метода оценки качества морской среды по данным биологического анализа на основе индексов *AMBI* и *M-AMBI* для залива Петра Великого Японского моря // Труды ДВНИГМИ. — 2021. — Вып. 156. — С. 142—181.

26. Отчет ФГБУ «ДВНИГМИ» «Исследование структуры изменчивости общих характеристик донного населения для определения наиболее эффективных для мониторинговых исследований биотических показателей». — 2022. — 108 с. — URL: https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/NIR/Otchet_4.6.3_2022_moschenko.pdf (дата обращения 22.11.2025).

27. Мощенко А.В. Изменчивость общих характеристик донного населения и их эффективность для мониторинга качества морской среды // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 4. — С. 925—943. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-925-943. EDN: MNRKIR.

28. Отчет ФГБУ «ДВНИГМИ» «Метод оценки химического загрязнения морской среды, основанный на распределении видов макрозообентоса вдоль градиента загрязнения». — 2021. — 108 с. — URL: https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/NIR/Otchet_4.6.3_2021_moschenko.pdf. (дата обращения 22.11.2025).

29. Мощенко А.В., Белан Т.А., Борисов Б.М. Метод оценки химического загрязнения донных осадков с использованием биоиндикации // Изв. ТИНРО. — 2022а. — Т. 202, вып. 4. — С. 861—879. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-861-879.

30. Мощенко А.В., Белан Т.А., Борисов Б.М. Распределение и классификация макрозообентоса залива Петра Великого Японского моря по отношению к загрязнению донных отложений // Изв. ТИНРО. — 2022б. — Т. 202, вып. 3. — С. 623—639. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-623-639.

31. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. РД 52.10.556—95. — М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996. — 56 с.

32. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. — М.: МГУ, 1981. — 272 с.

33. Лонцих С.В., Петров Л.Л. Стандартные образцы состава природных сред. — Новосибирск: Наука, 1988. — 277 с.

34. Петелин В.П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. — М.: Наука, 1967. — 125 с.

35. Боцул А.И. Лазерный измеритель размеров частиц “Analysette 22”: достоинства, недостатки и некоторые особенности использования при анализе донных осадков // Условия образования донных осадков и связанных с ними полезных ископаемых в окраинных морях. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — С. 114—118.
36. Дударев О.В., Боцул А.И., Чаркин А.Н., Бирюлина М.Г., Гаврилова Г.С. Современная геоэкологическая обстановка зал. Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 132—140.
37. Григорьева Н.И. Залив Посыета на рубеже веков: физико-географическая характеристика, климат, гидрологический режим // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. — Владивосток: Издат. дом ДВФУ, 2012. — С. 5—20.
38. Лихт Ф.Р., Астахов А.С., Боцул А.И., Деркачев О.В., Марков Ю.Д., Уткин И.В. Структура осадков и фации Японского моря. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. — 287 с.
39. Отчет ФГБУ «ДВНИГМИ» «Систематизированные данные по факторам среды и общим характеристикам сообществ макрозообентоса». — 2021. — 110 с. — URL: https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/NIR/Otchety/otchet_4.6.2_2021_moschenko.pdf. (дата обращения 22.11.2025).
40. Belan T.A., Moshchenko A.V. Polychaete taxocenes variability associated with sediment pollution loading in the Peter the Great Bay (the East Sea/Japan Sea) // Ocean Science J. — 2005. — Vol. 40, No. 1. P. 1—10.
41. Отчет ФГБУ «ДВНИГМИ» «Разработка метода определения допустимого уровня химического загрязнения осадков на основе структурных изменений макрозообентоса». — 2023. — 91 с. — URL: https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/NIR/Otchety/otchet_4.6.2_2023_moschenko.pdf. (дата обращения 22.11.2025).
42. UNEP: Statistical analysis and interpretation of marine community data: Reference methods for Marine Pollution Studies. — 1995. — №. 64. — 75 p.
43. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA® — Статистический анализ и обработка данных в среде Windows®. — М.: Инф.-издат. дом «Филинъ», 1998. — 608 с.
44. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. — Тольятти: Кассандра, 2013. — 314 с.
45. Кабаков Р.И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 588 с.
46. Package ‘AID’. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/AID/AID.pdf> (дата обращения 16.11.2025).

47. Huisman J., Olff H., Fresco L.F.M. A Hierarchical Set of Models for Species Response Analysis // *Journal of Vegetation Science*. — 1993. — Vol. 4, No. 1. — P. 37—46.
48. Jansen J., Oksanen J. How to model species responses along ecological gradients—Huisman–Olff–Fresco models revisited // *Journal of Vegetation Science*. — 2013. — P. 1—10.
49. Jansen J. Hierarchical species response curves in package eHOF — 2017. — P. 1—8. — URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/eHOF/vignettes/eHOF.pdf> (дата обращения 10.11.2025).
50. Package ‘eHOF’ — 2020. — P. 1—13. — URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/eHOF/eHOF.pdf> (дата обращения 16.11.2025).
51. Шипунов А. Б., Коробейников А. И., Балдин Е. М. Анализ данных с R (II). — URL: <https://www.inp.nsk.su/~baldin/DataAnalysis/R/R-07-datamining.pdf>. (дата обращения 16.11.2025).
52. Ким Дж., Клекка У.Р., Мьюлер К.У. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 312 с.
53. Словарь–справочник энтомолога. — URL: <http://www.entomologa.ru/termin/index.htm>. (дата обращения 01.12.2025).
54. Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. — Гейдельберг, Лондон, Тольятти, 2014. — 401 с. URL: <http://r-analytics.blogspot.com>. (дата обращения 01.12.2025).
55. Тальских В.Н. Использование концепции инвариантных состояний биоценозов в экологическом мониторинге и нормировании загрязнения рек Средней Азии // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Тр. междунар. симп., Нальчик, 1-12 июня 1990 г. — Л.: Гидрометеоиздат. — 1991. — С. 163—184.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результаты моделирования распределений количественных характеристик гидробионтов вдоль градиента содержания органического углерода и их классификации относительно данного фактора

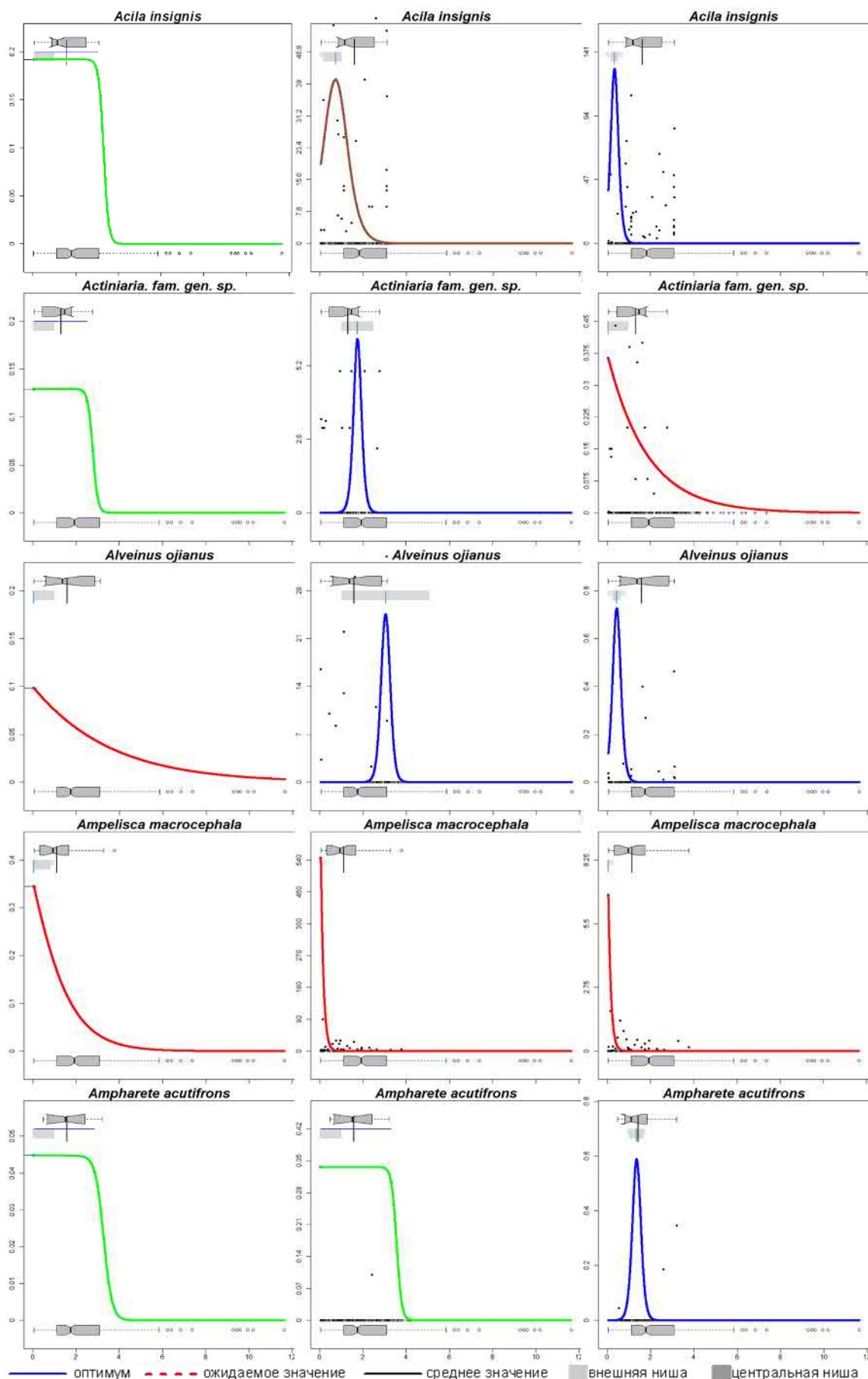
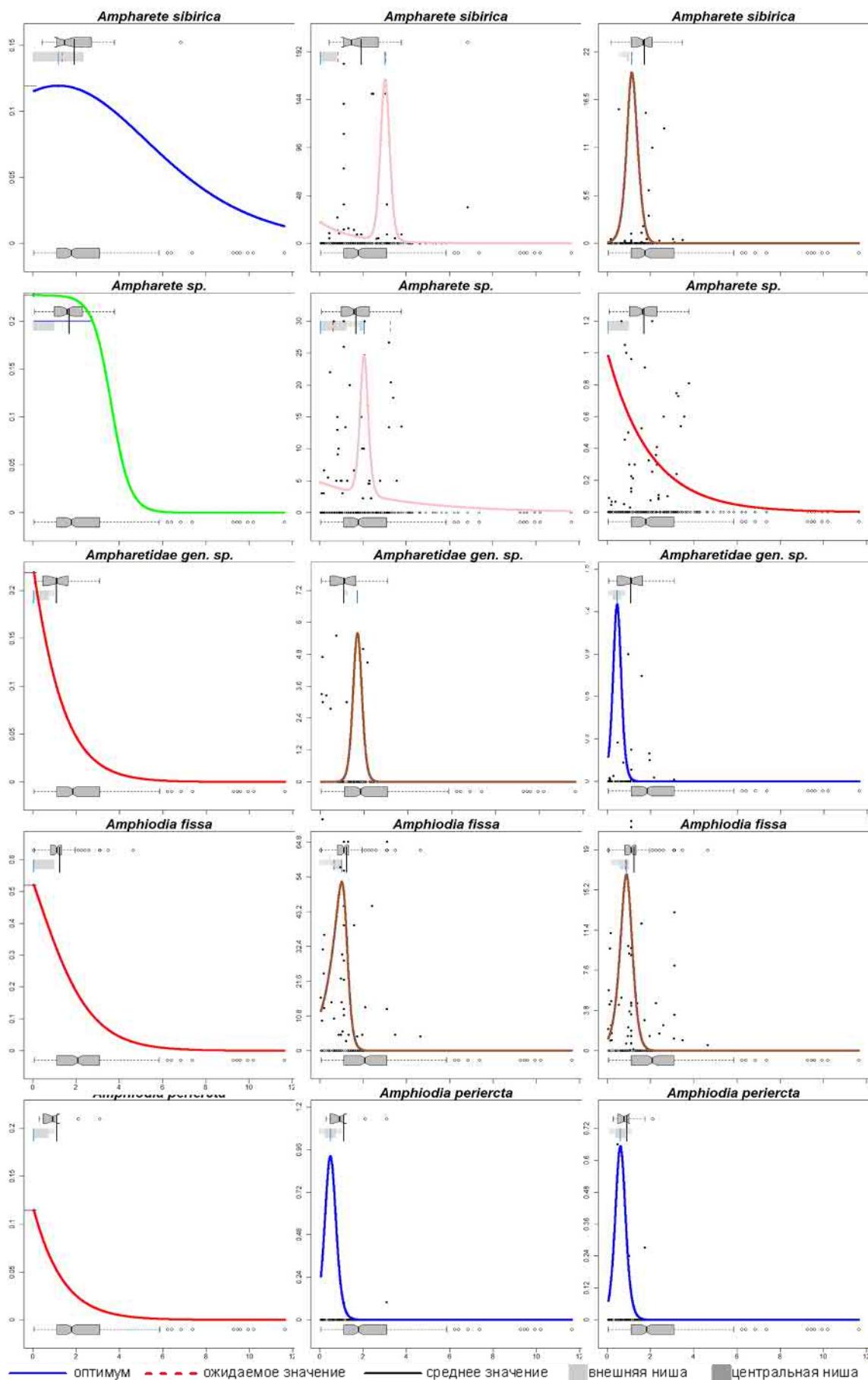


Рисунок А.1 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы



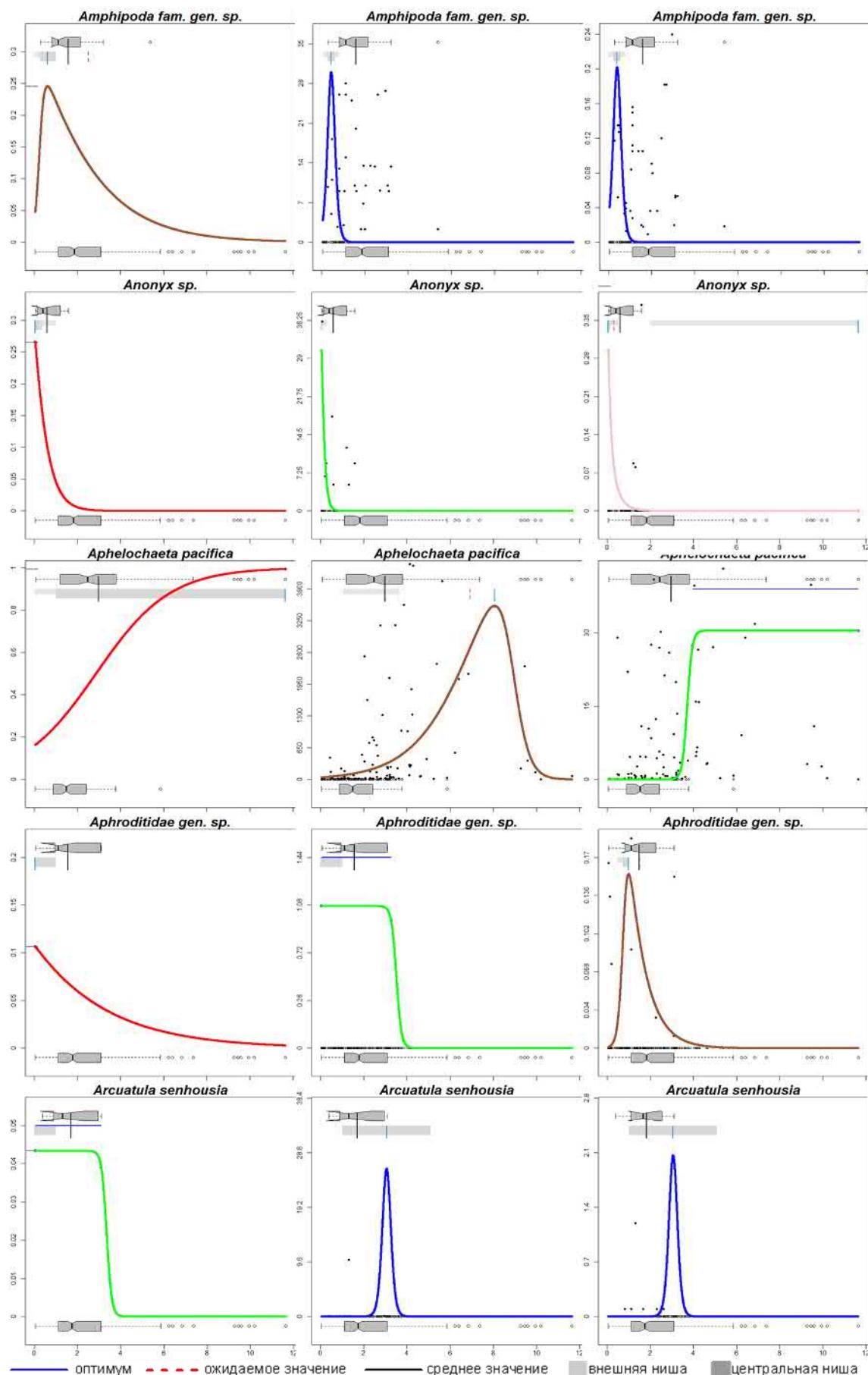


Рисунок А.3 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{опр}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доля, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

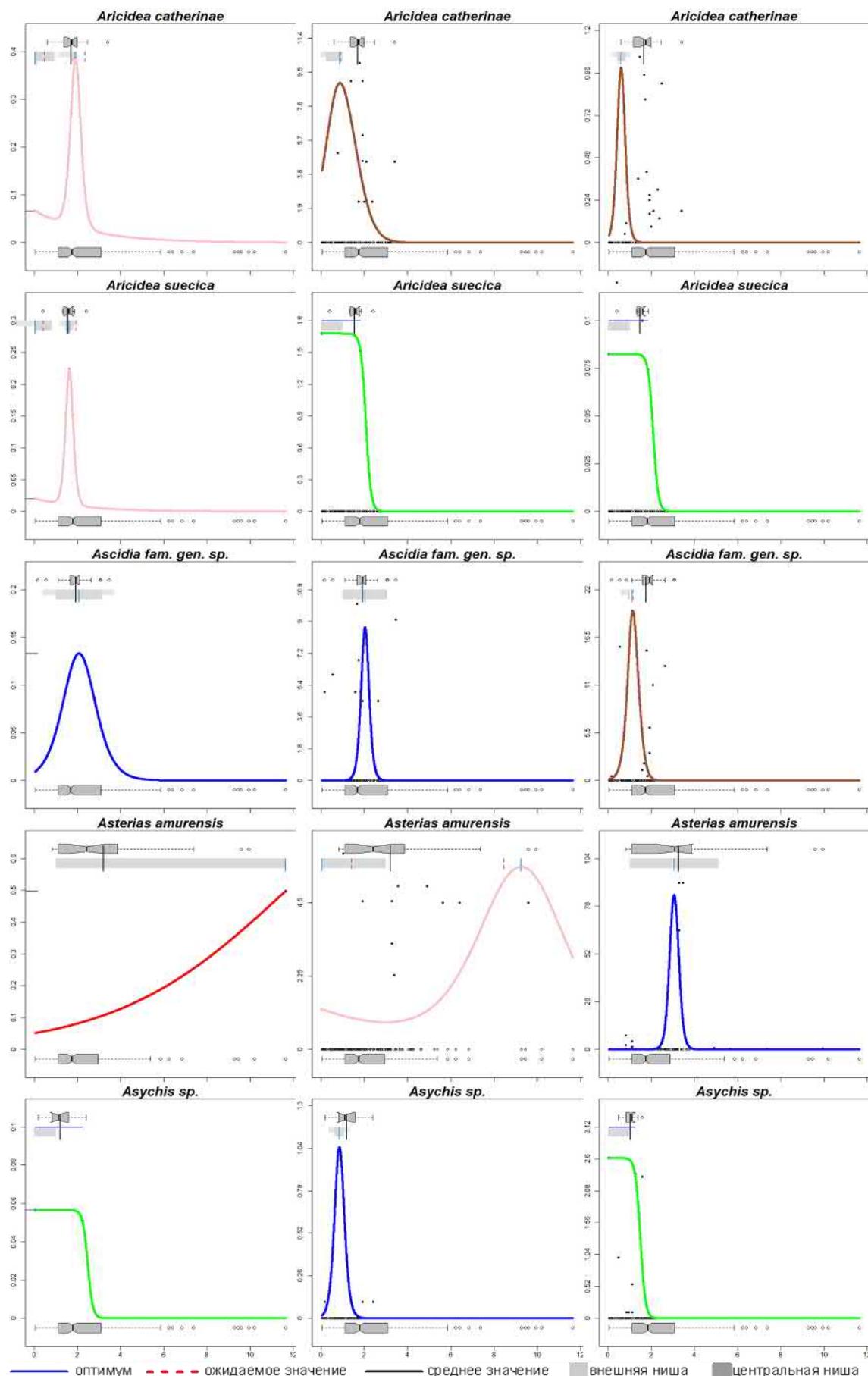


Рисунок А.4 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

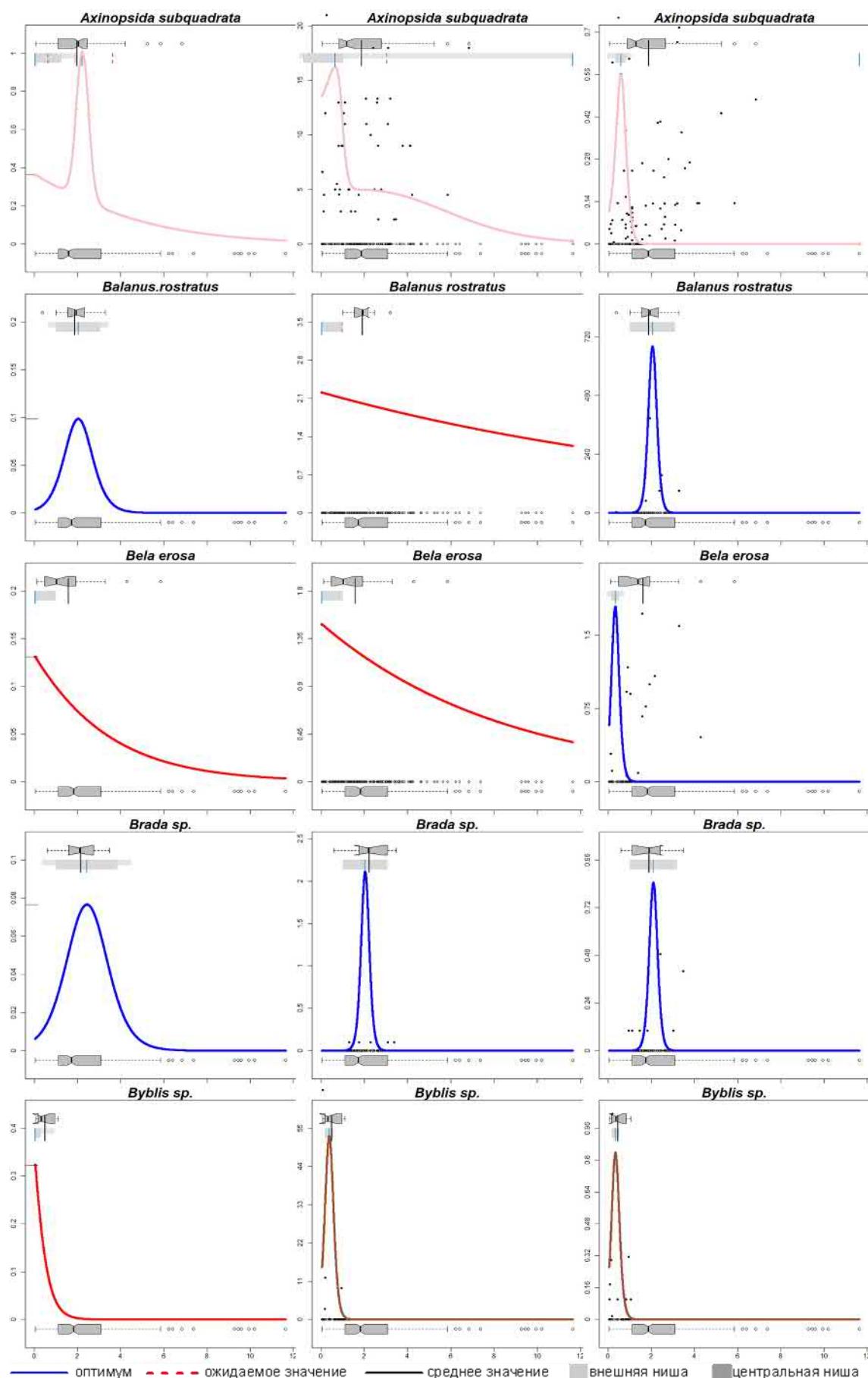


Рисунок А.5 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

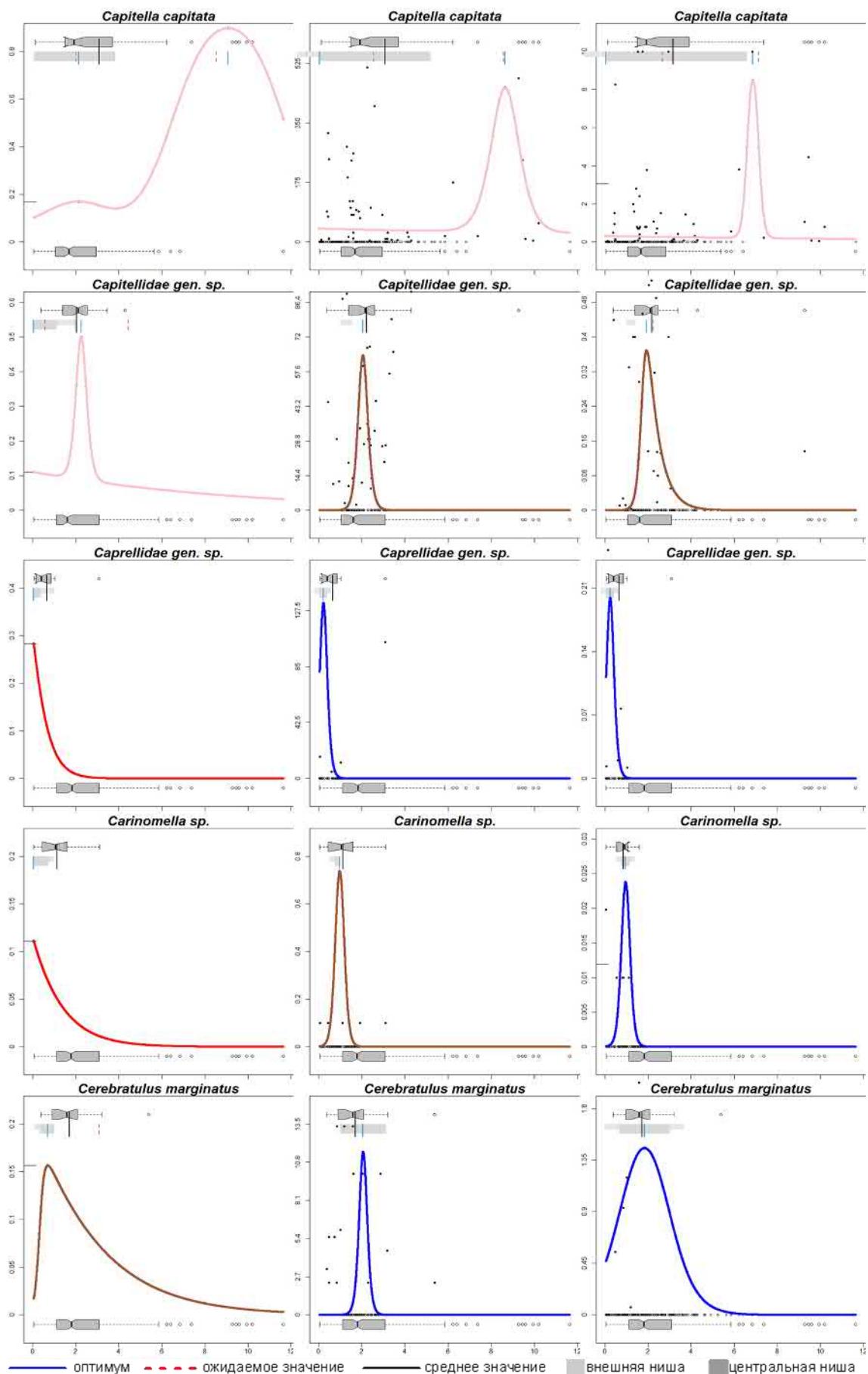


Рисунок А.6 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (дели, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

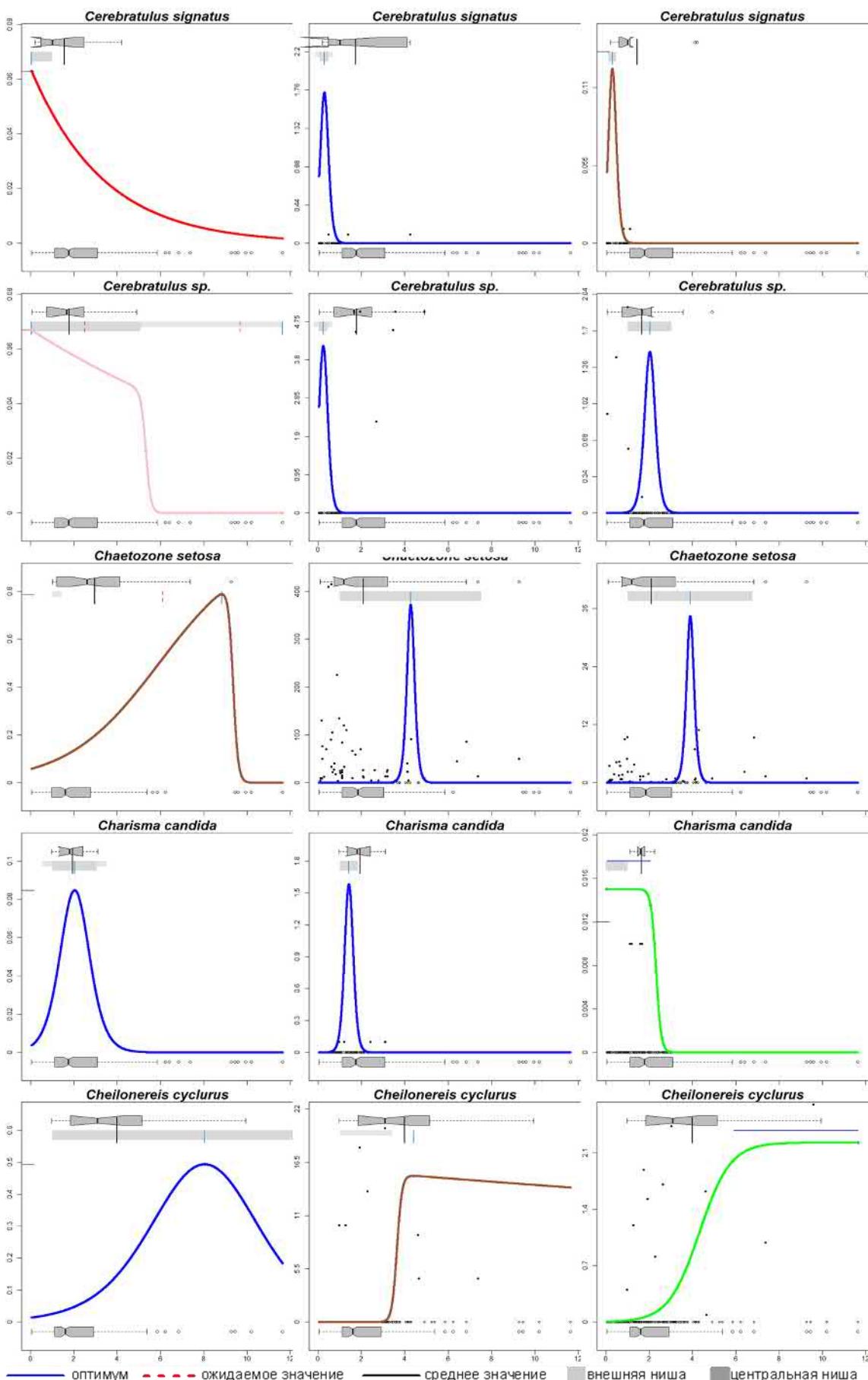


Рисунок А.7 –Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

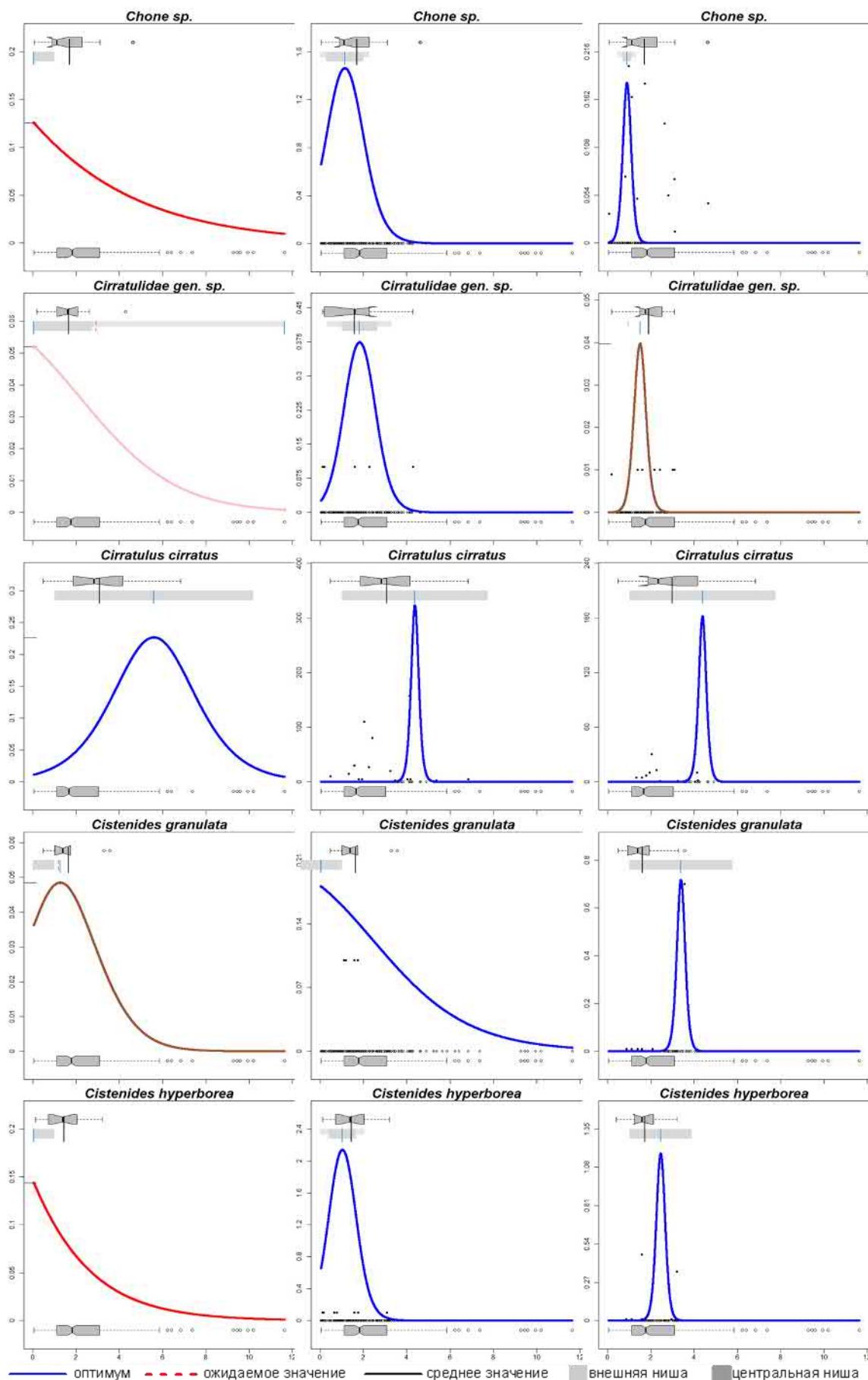


Рисунок А.8 –Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (дели, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

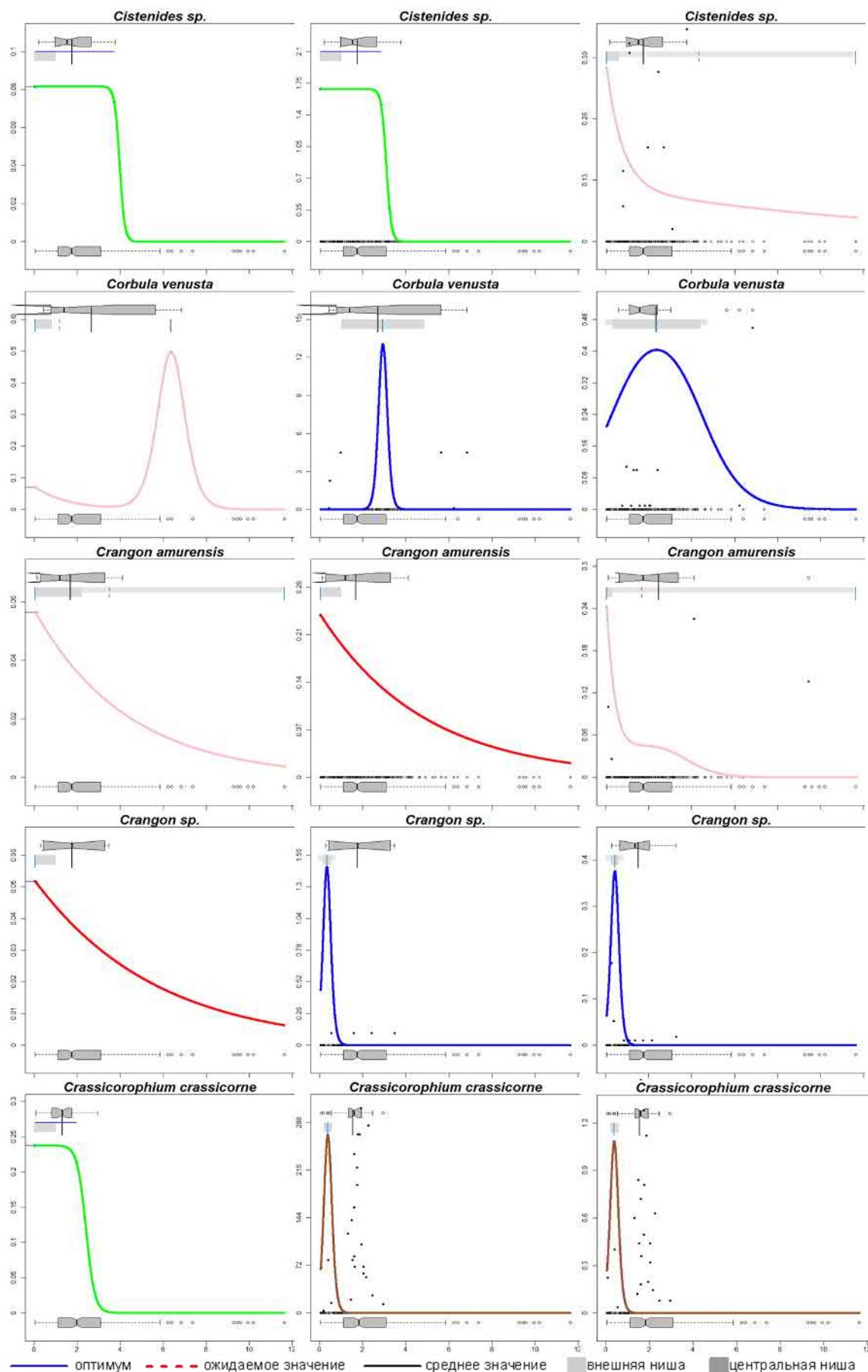


Рисунок А.9 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{опр}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречааемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

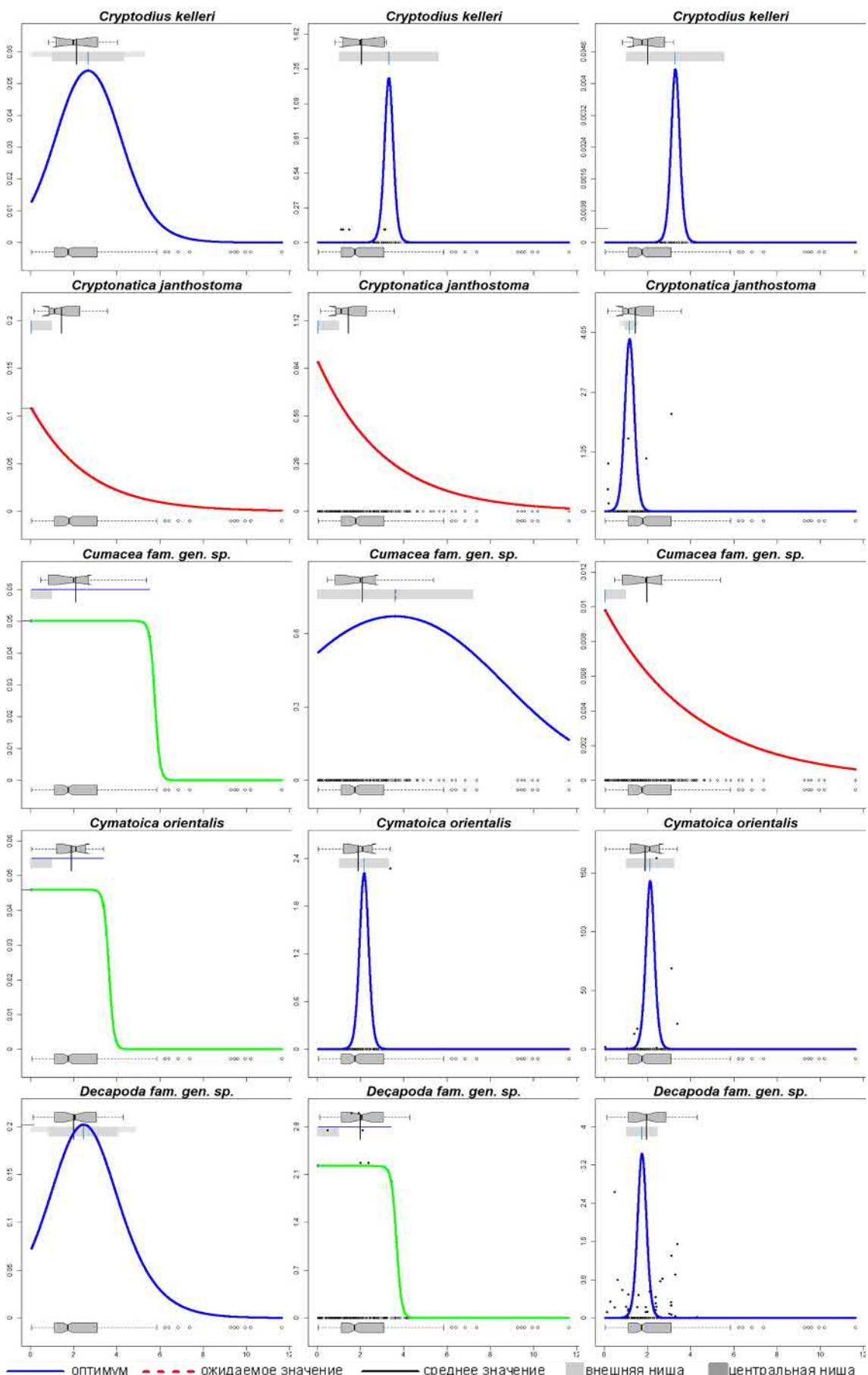


Рисунок А.10 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

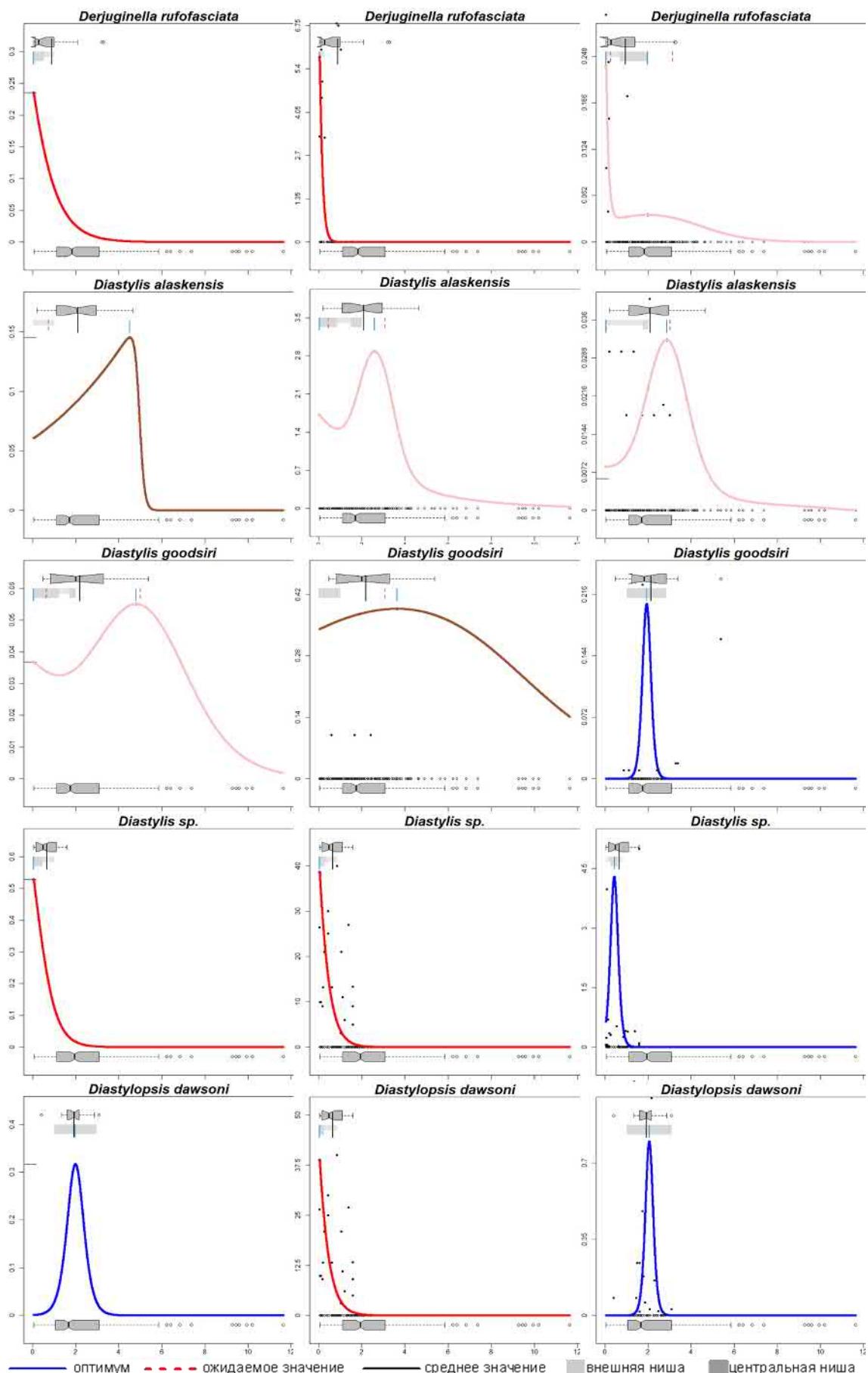


Рисунок А.11 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

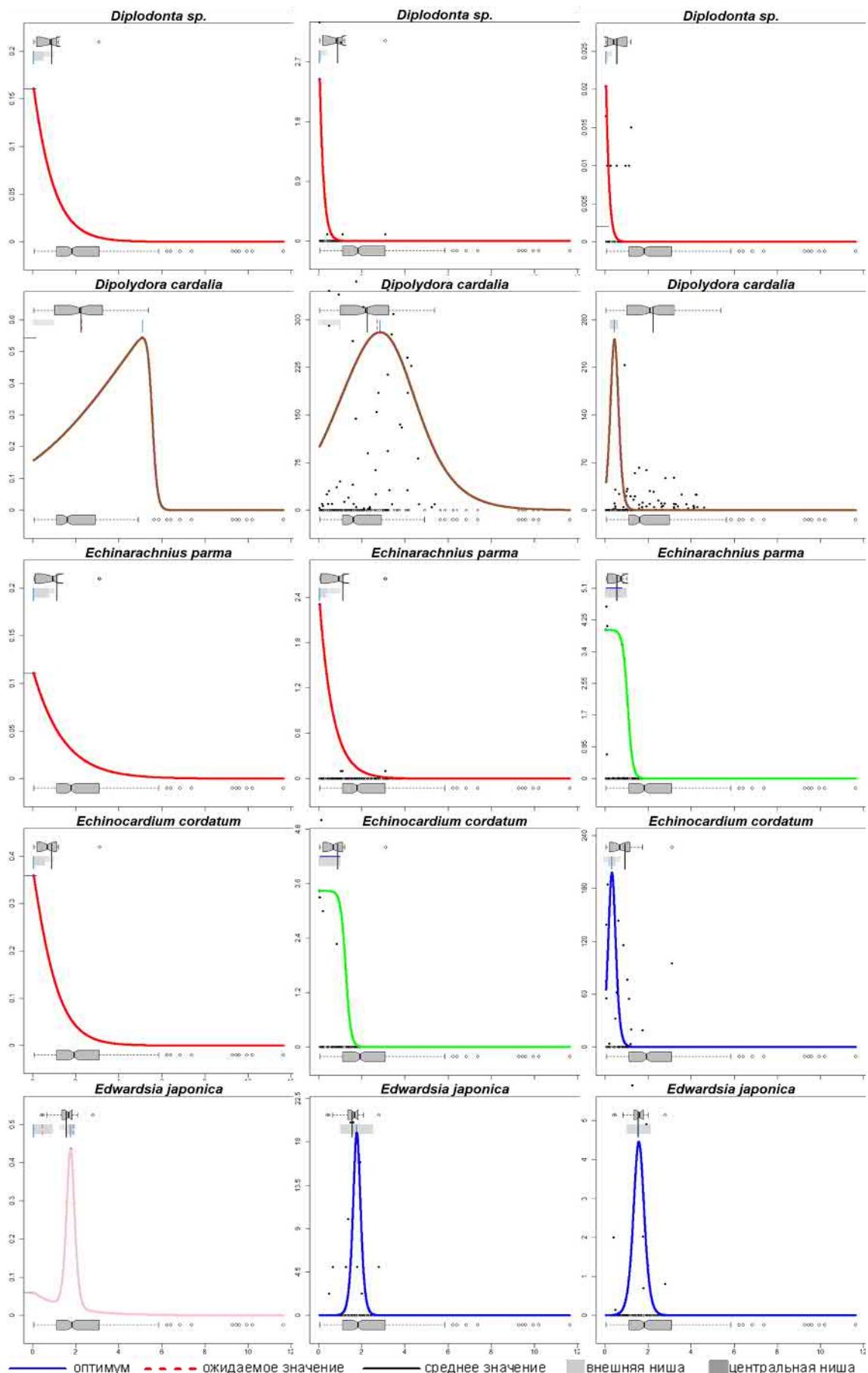


Рисунок А.12 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{опг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

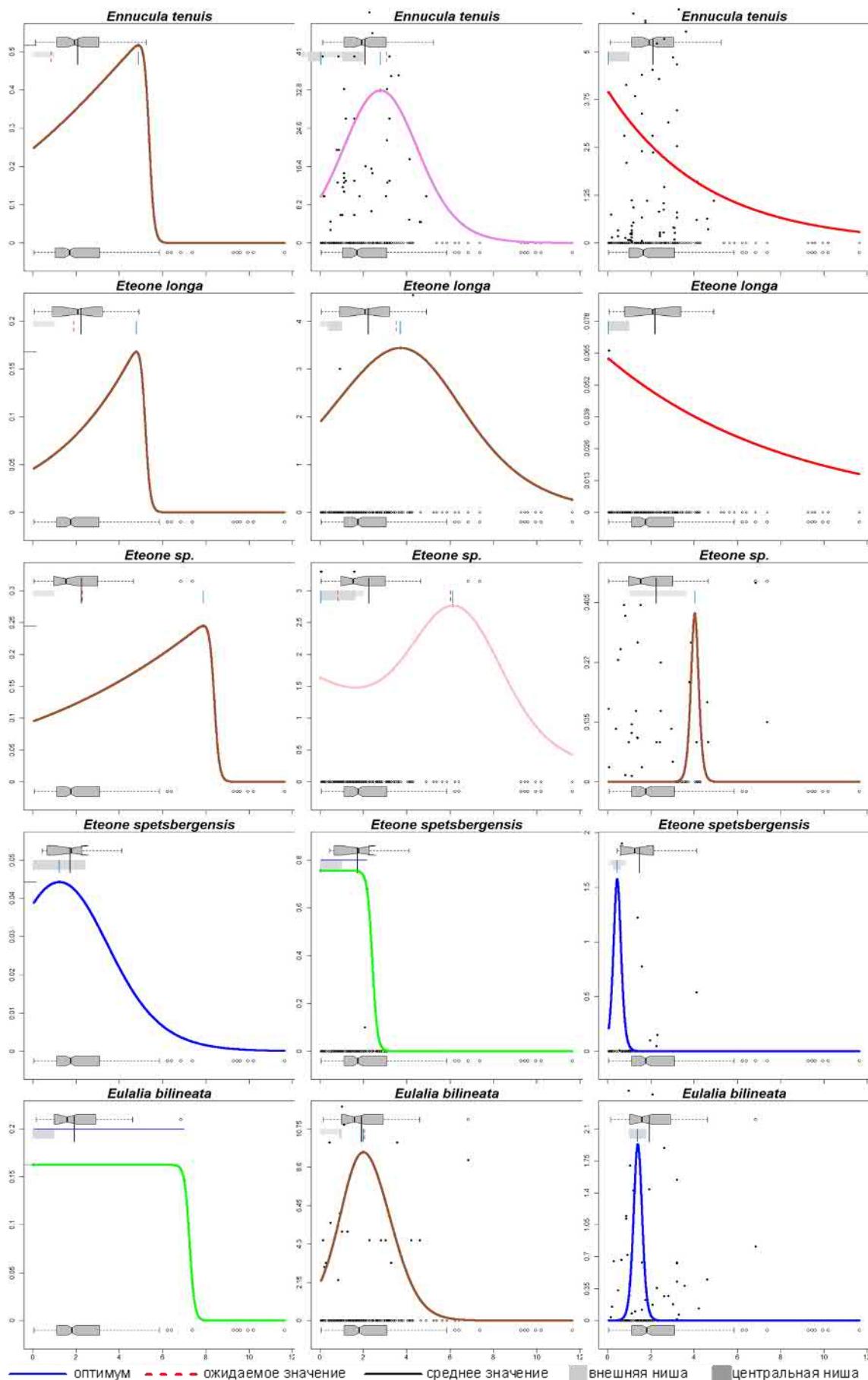


Рисунок А.13 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

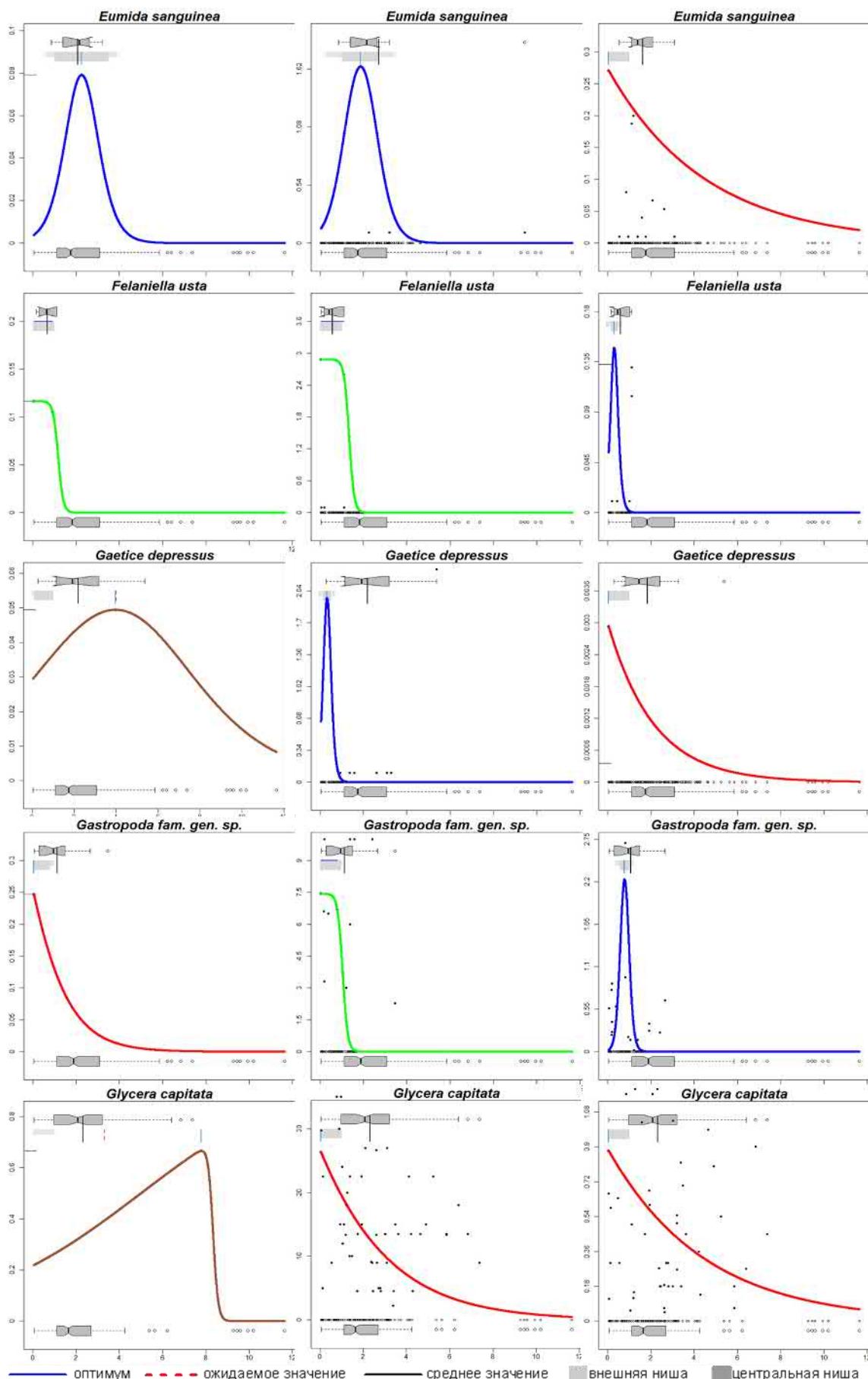


Рисунок А.14 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

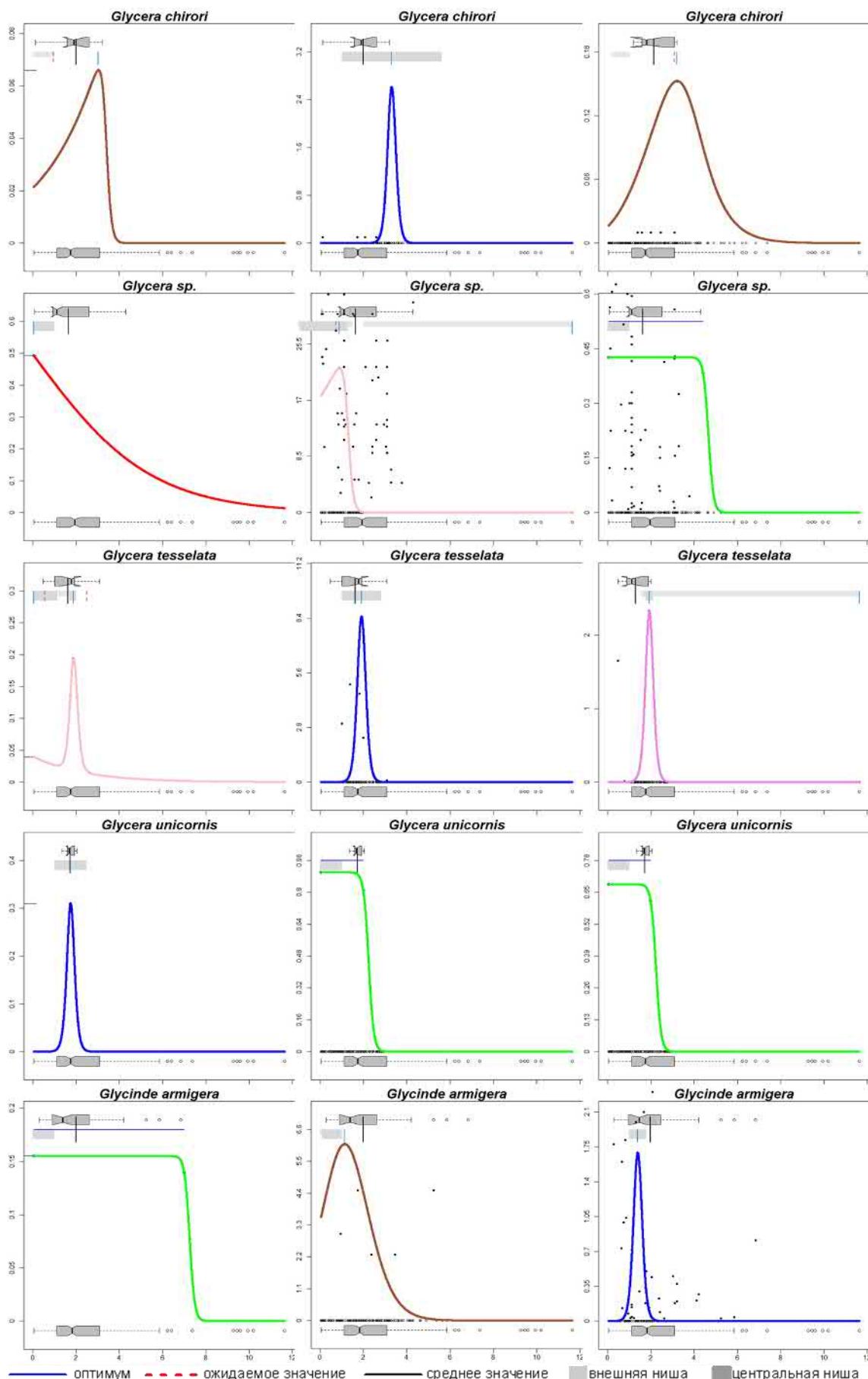


Рисунок А.15 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречааемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

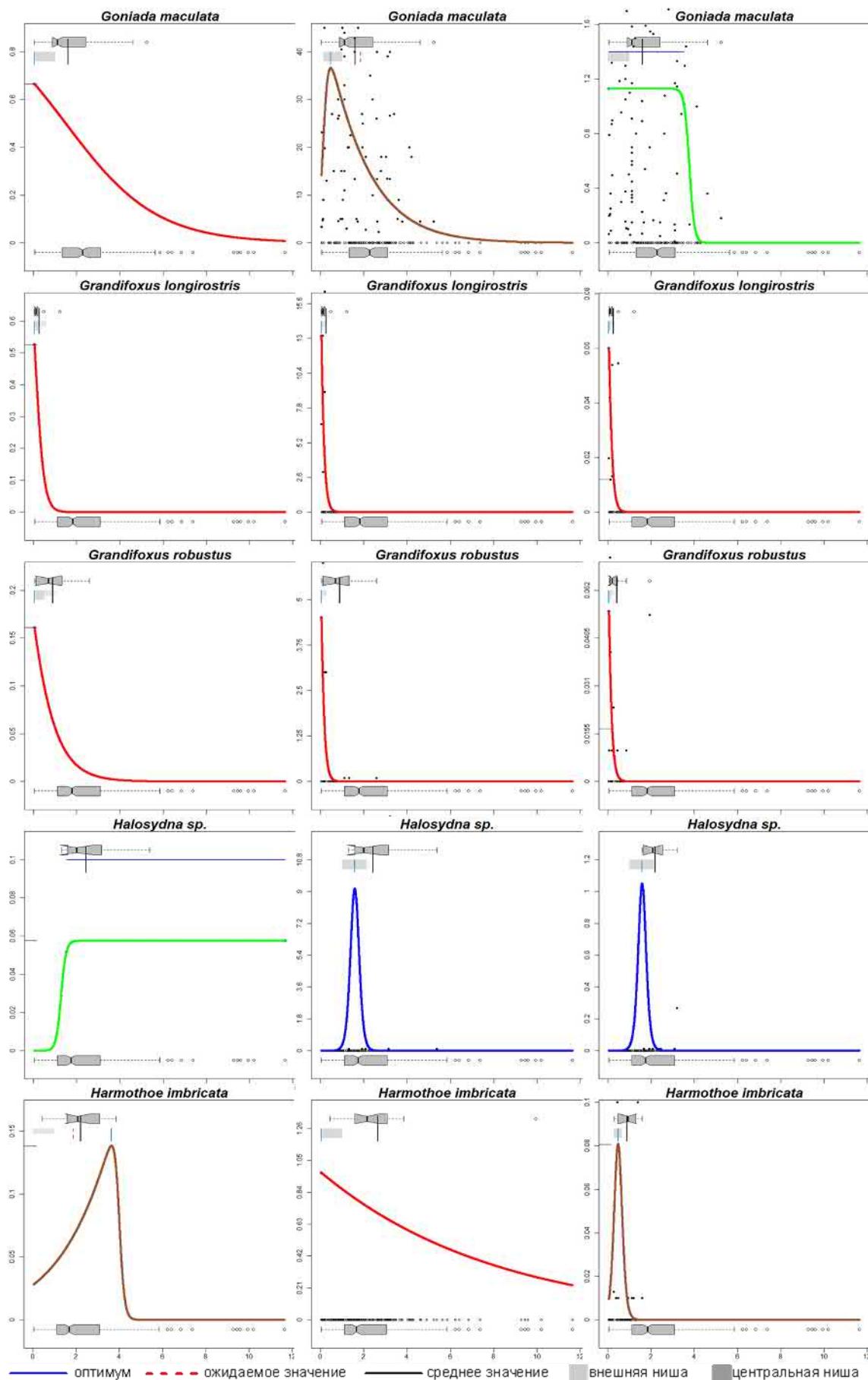


Рисунок А.16 –Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

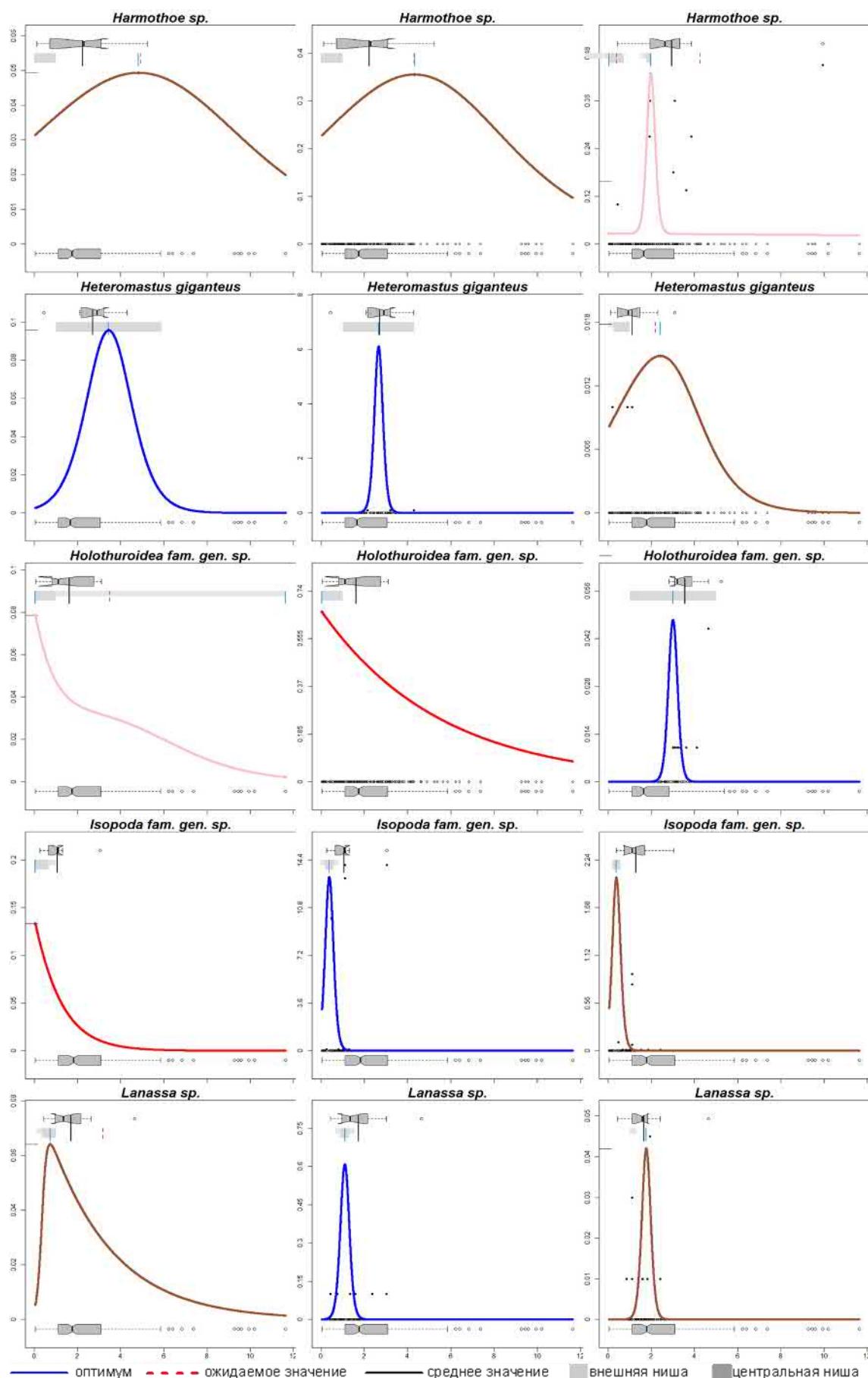


Рисунок А.17 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречааемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

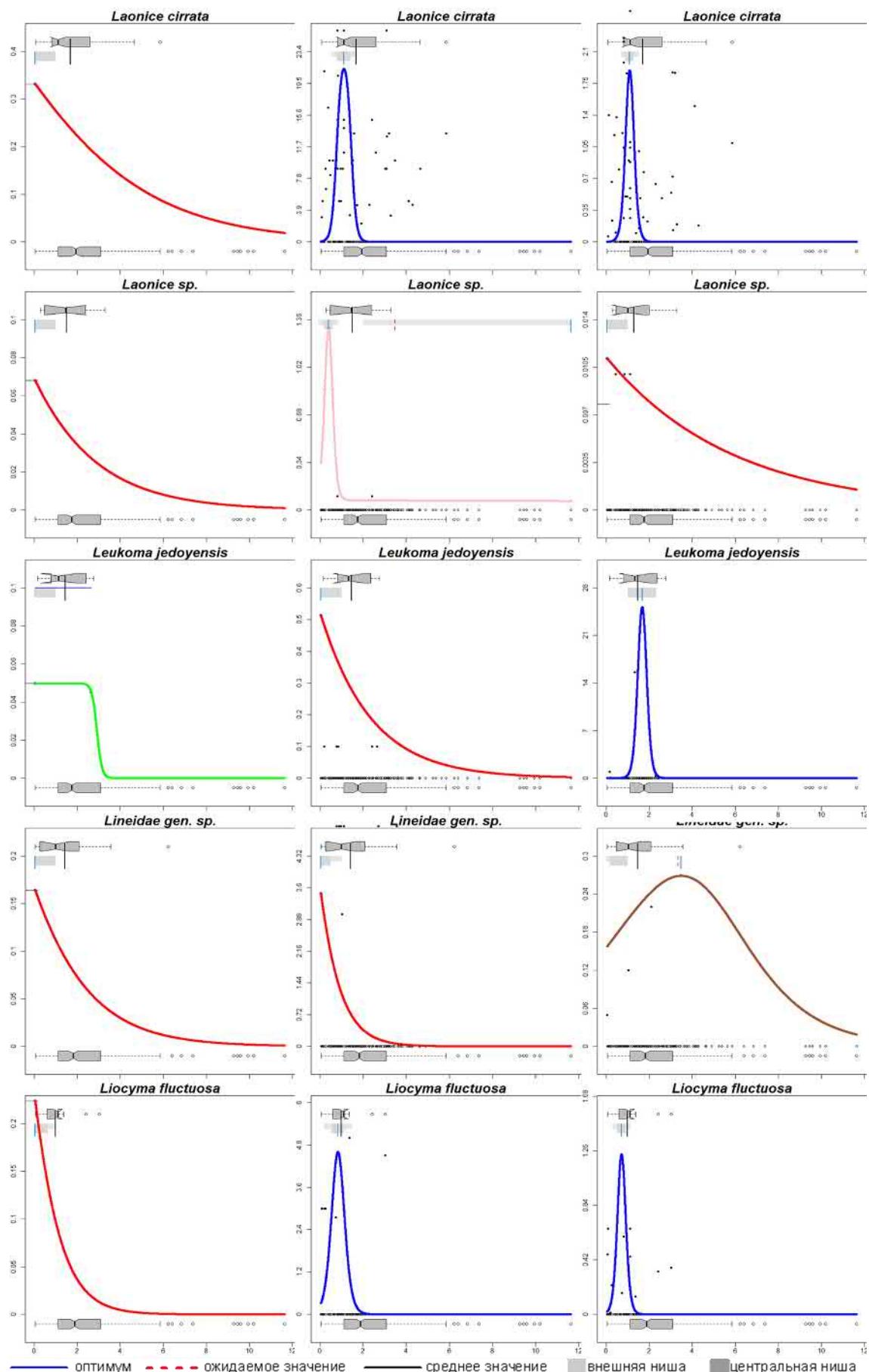


Рисунок А.18 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

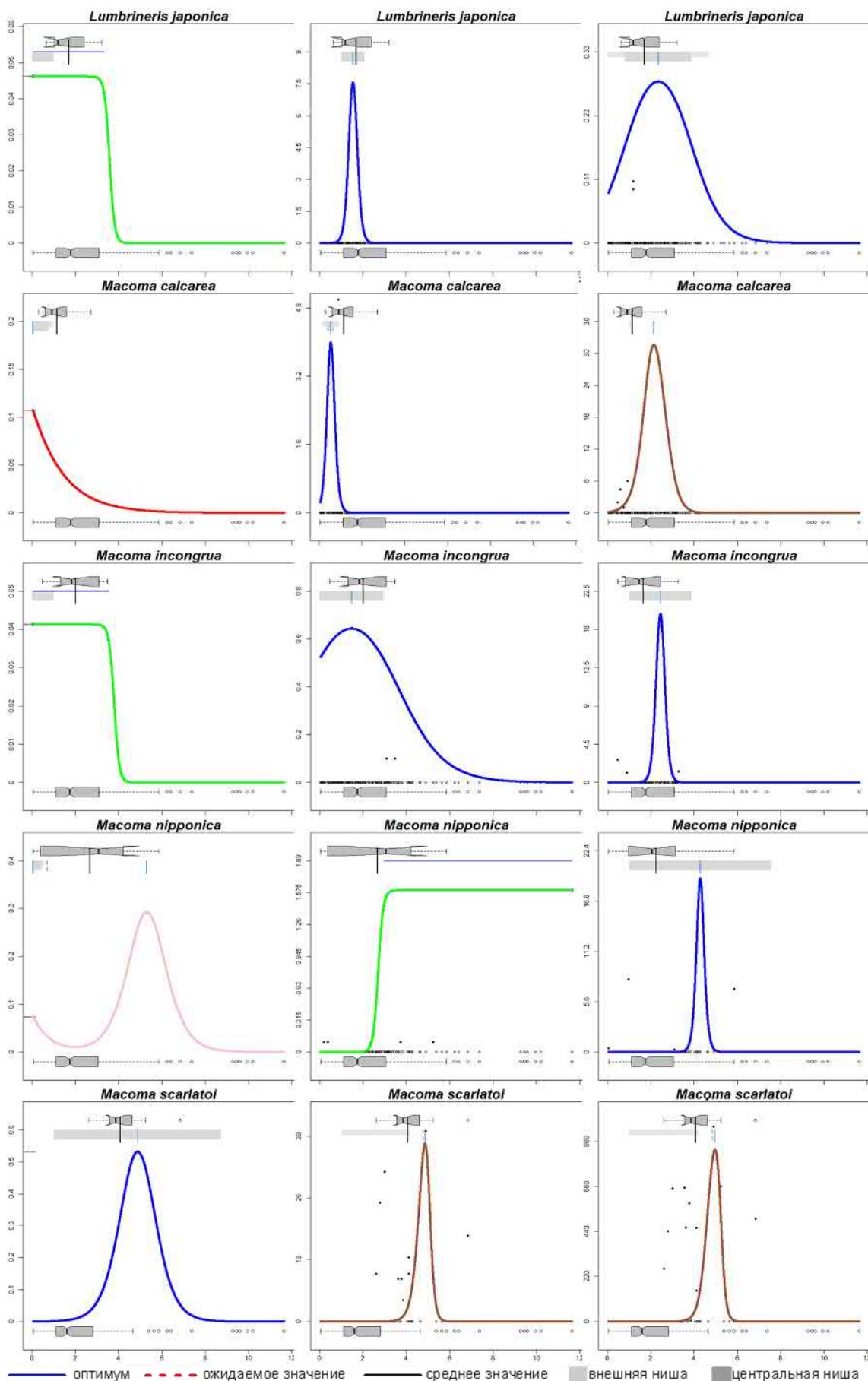


Рисунок А.19 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

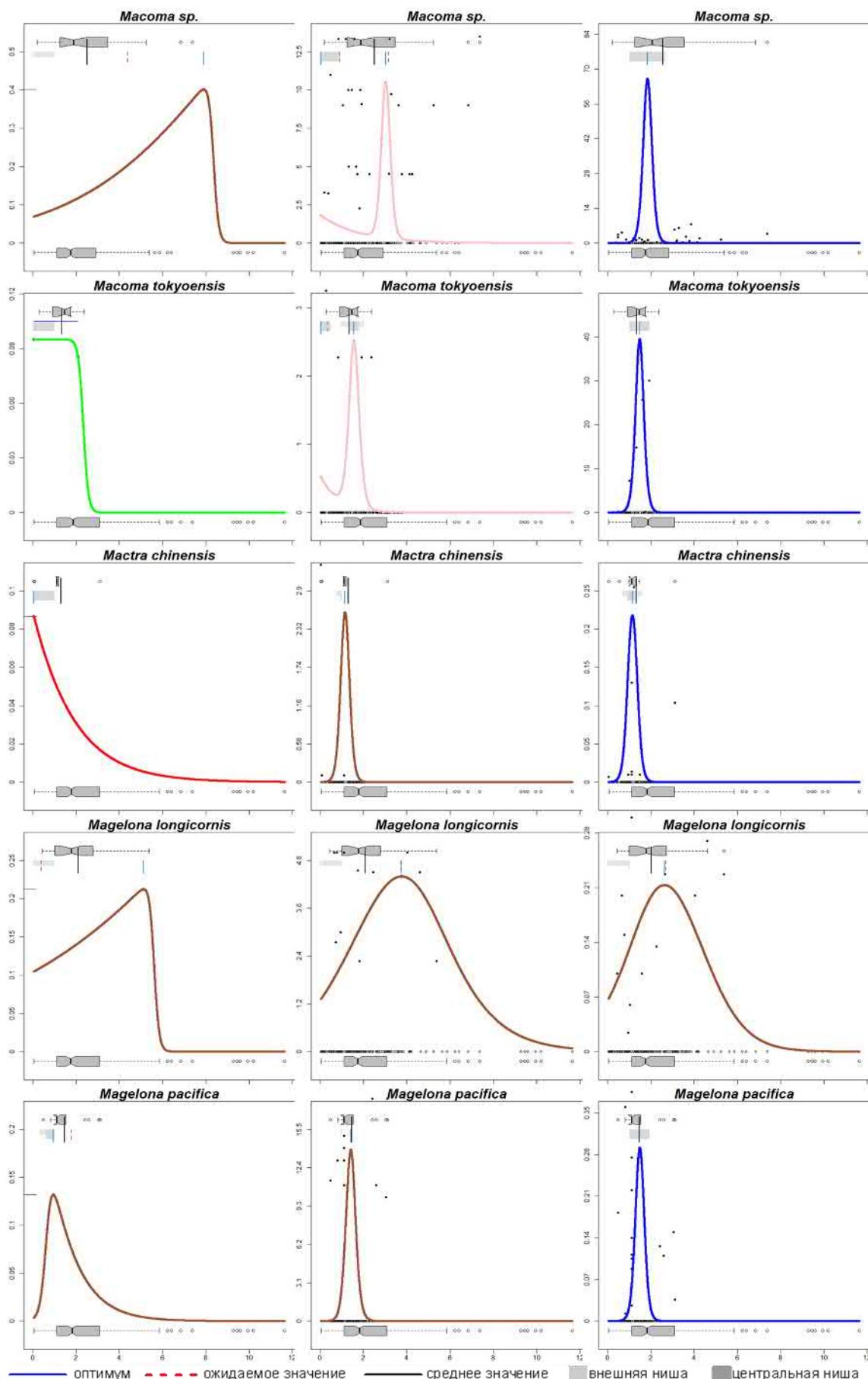


Рисунок А.20 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

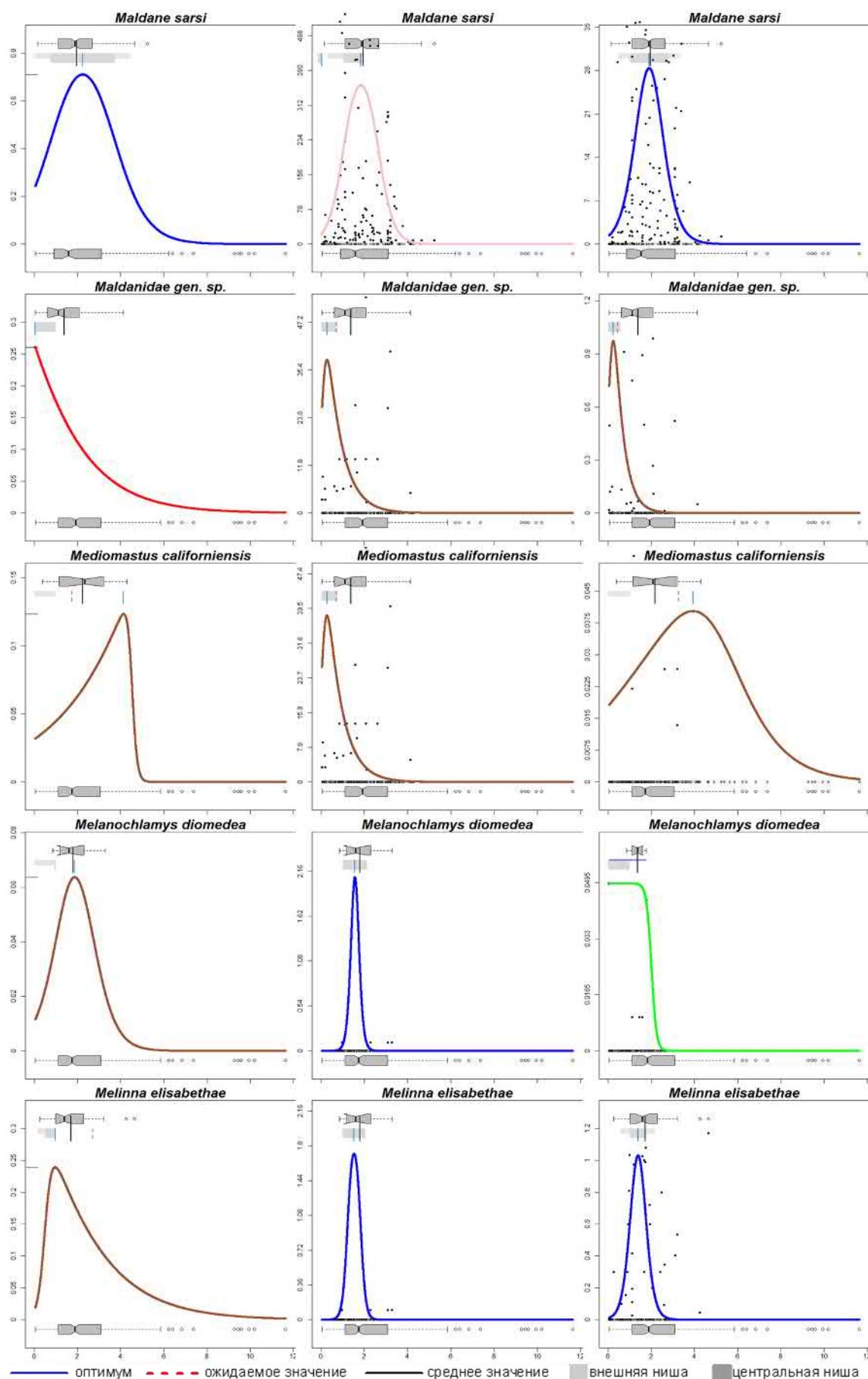


Рисунок А.21 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

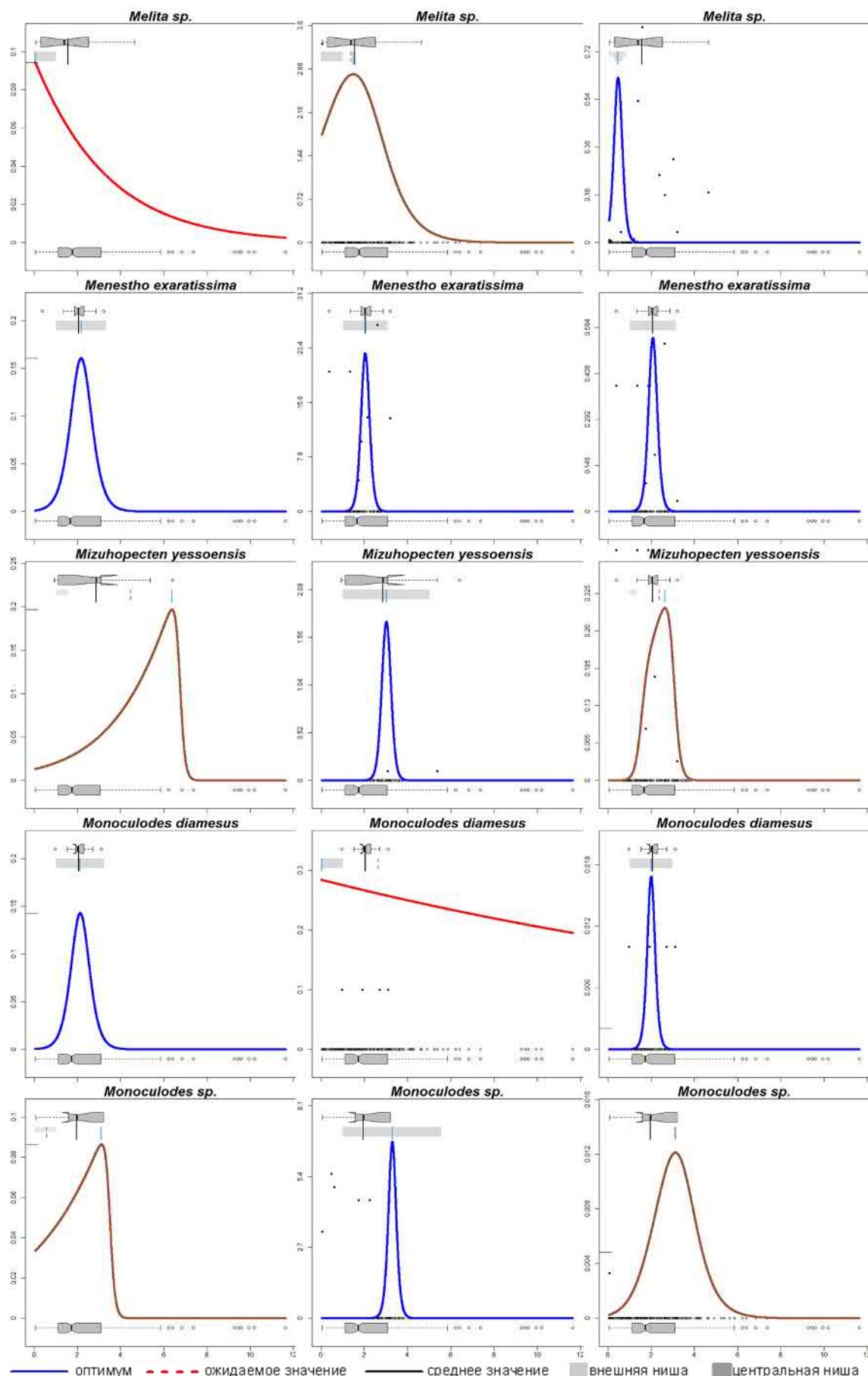


Рисунок А.22 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

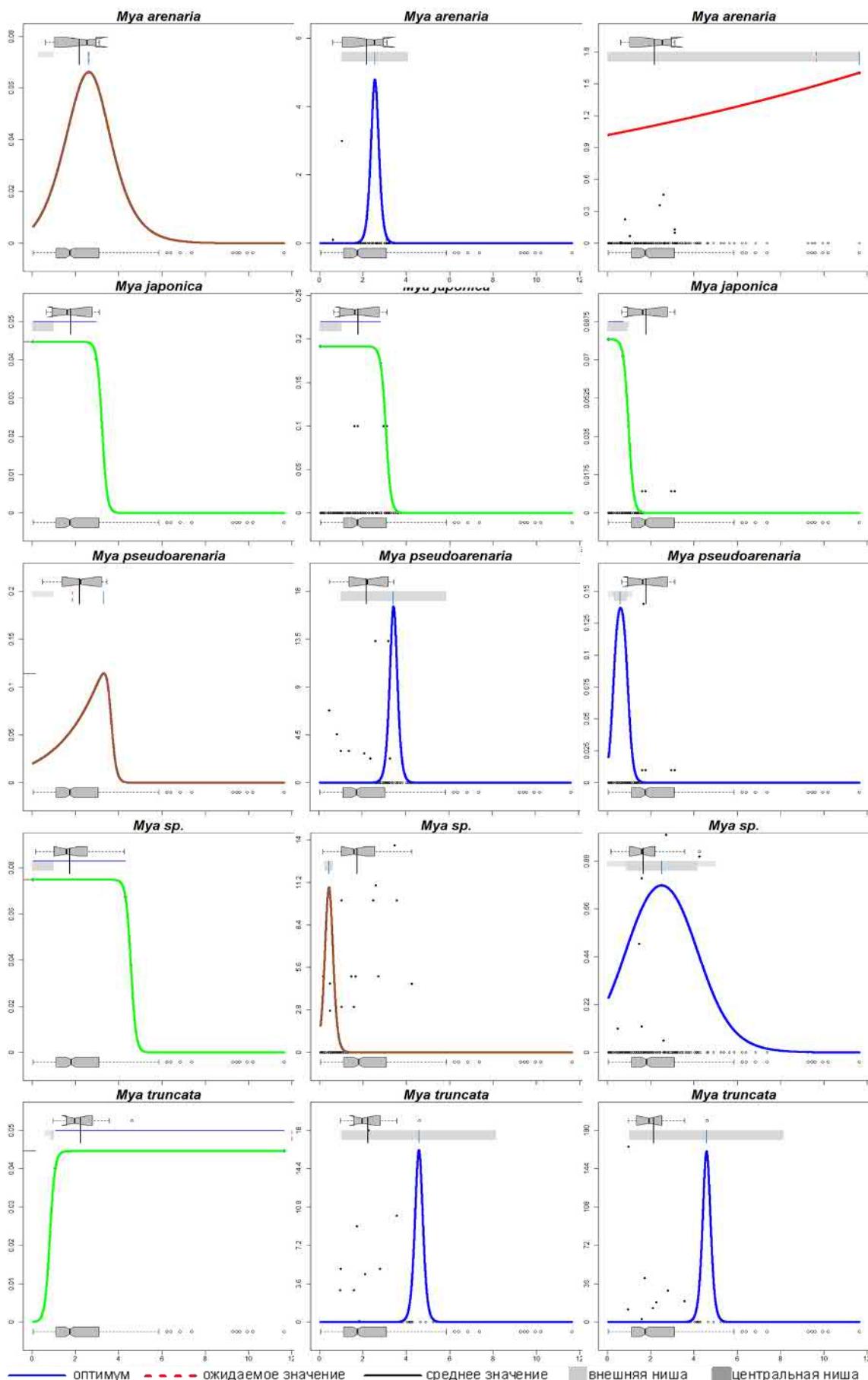


Рисунок А.23 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

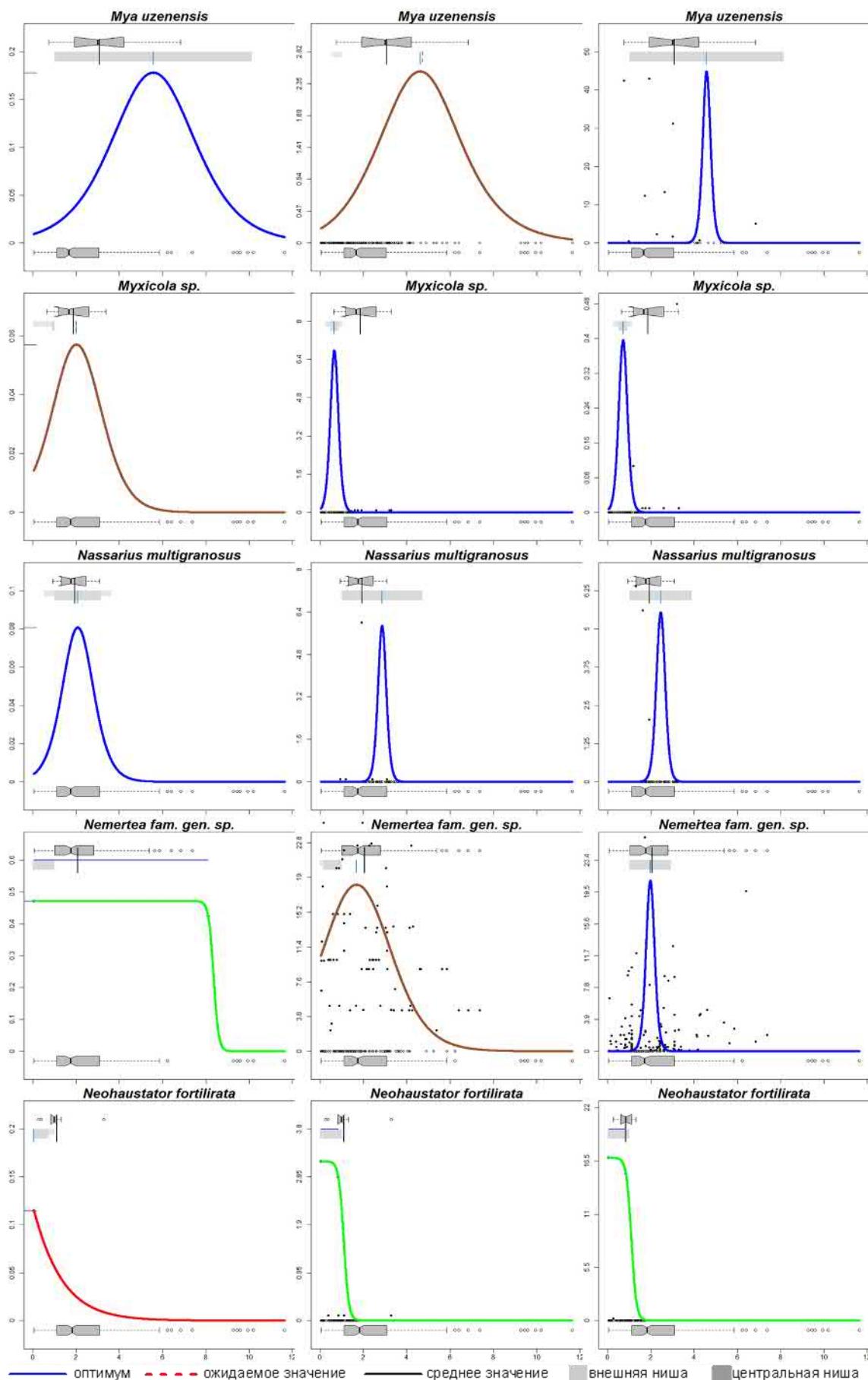


Рисунок А.24 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

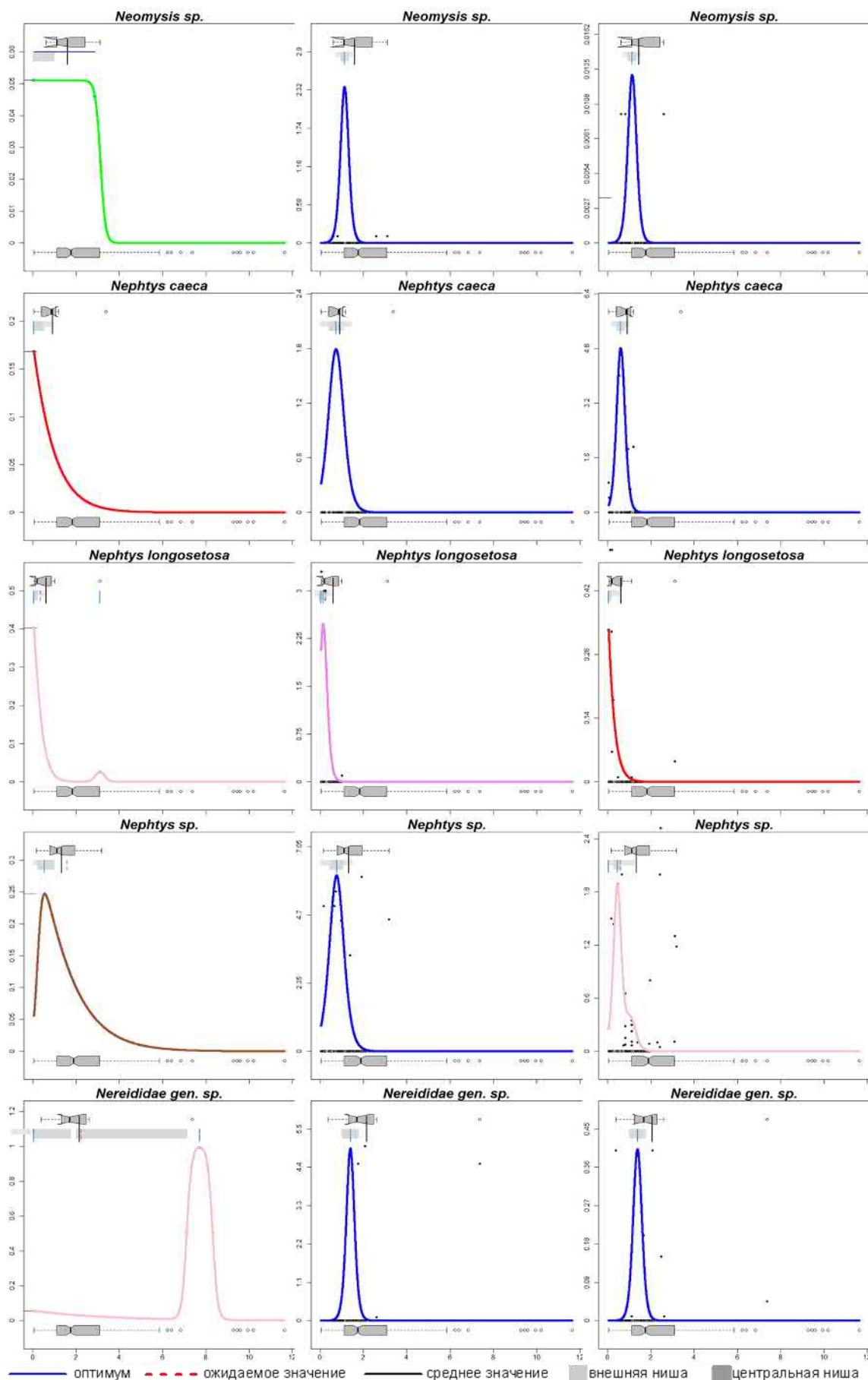


Рисунок А.25 –Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

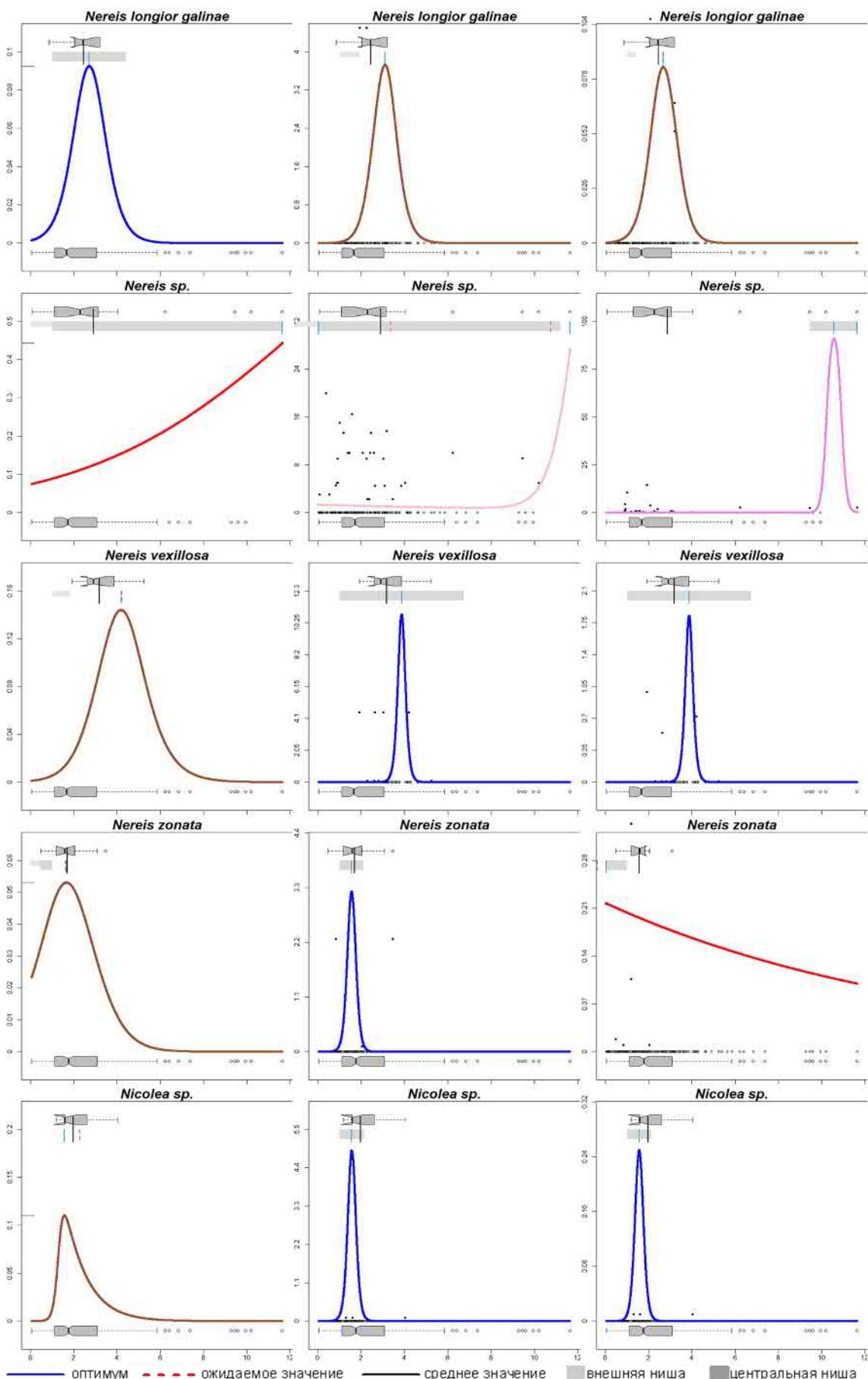


Рисунок А.26 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

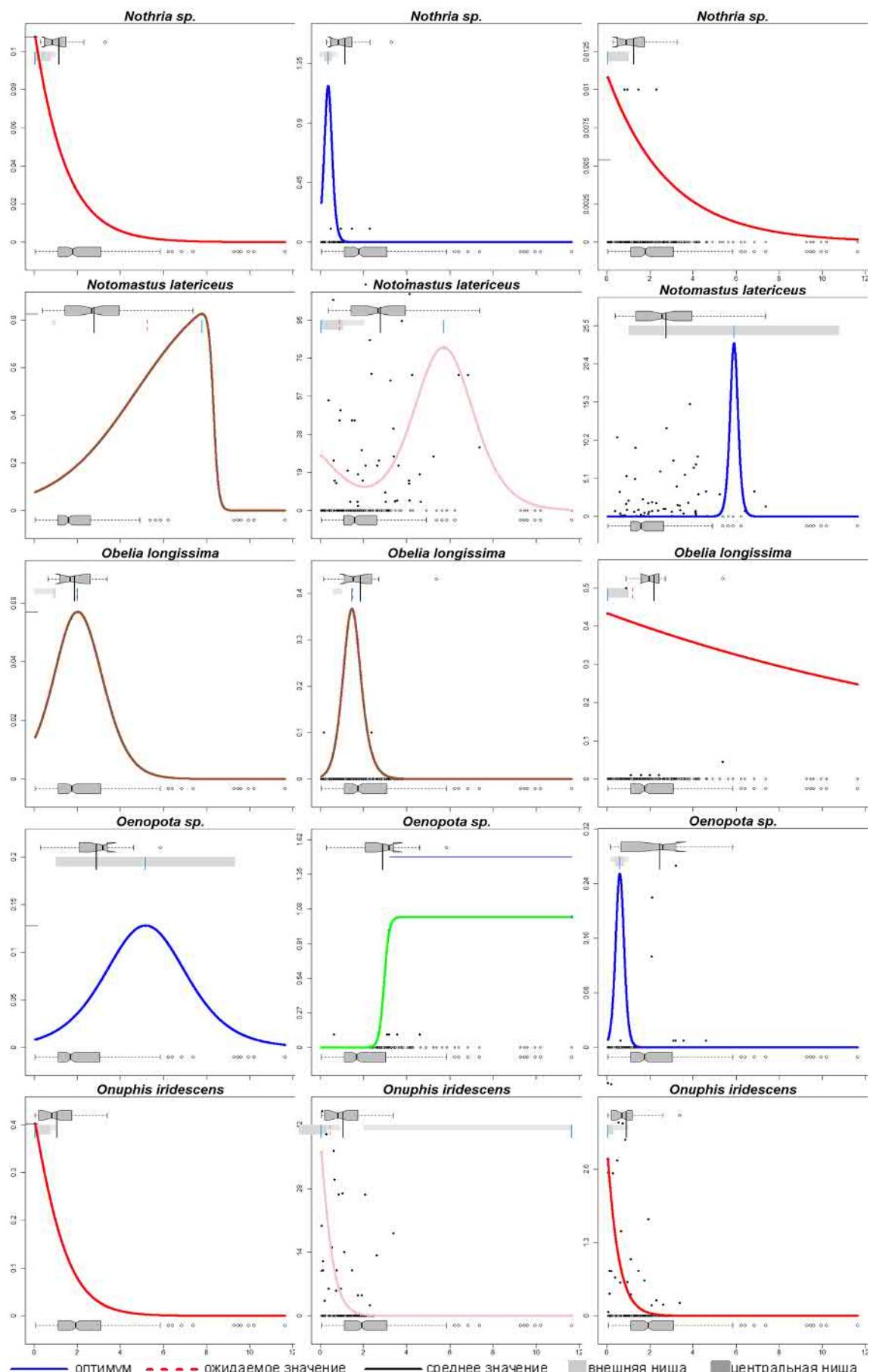


Рисунок А.27 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

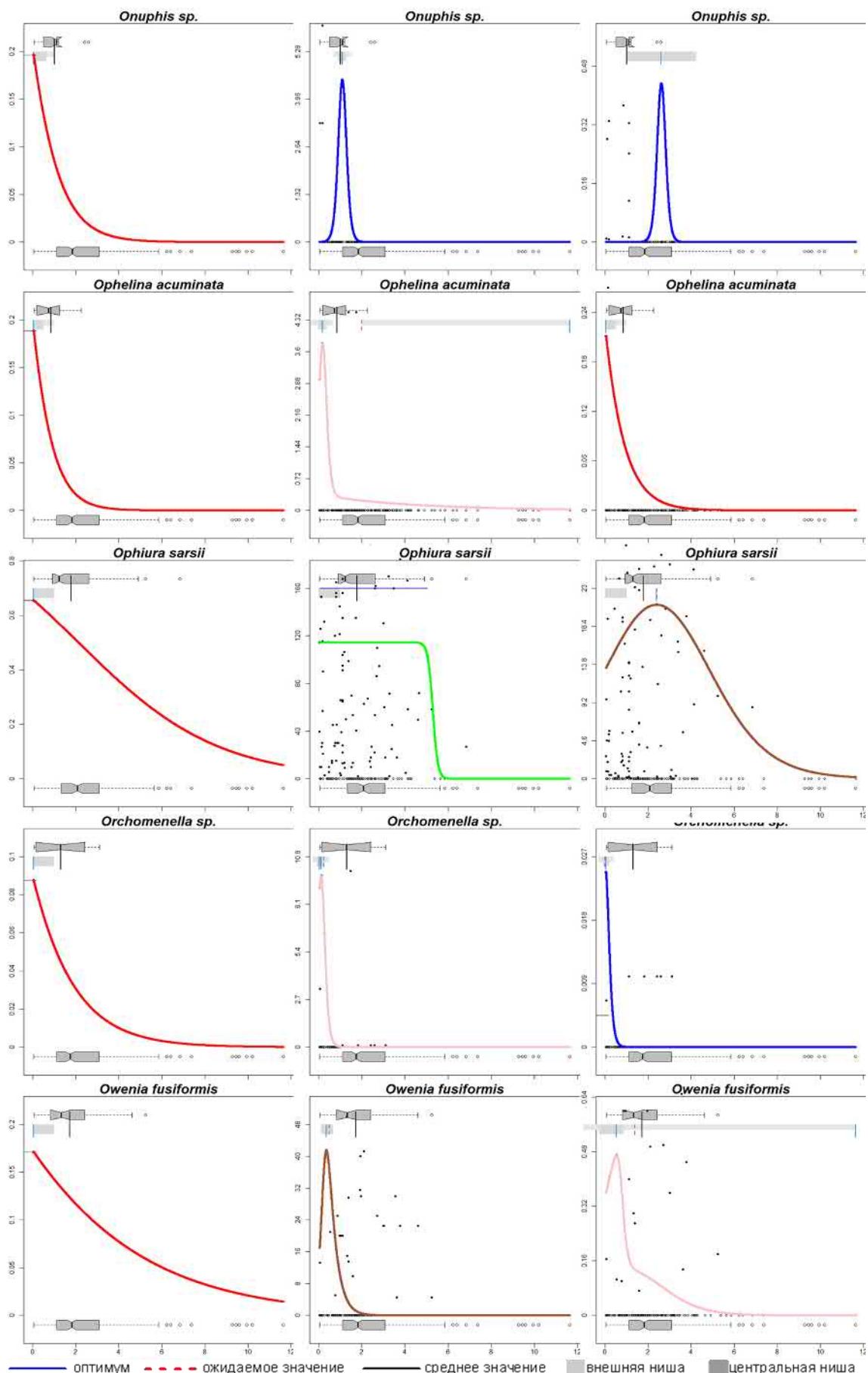


Рисунок А.28 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

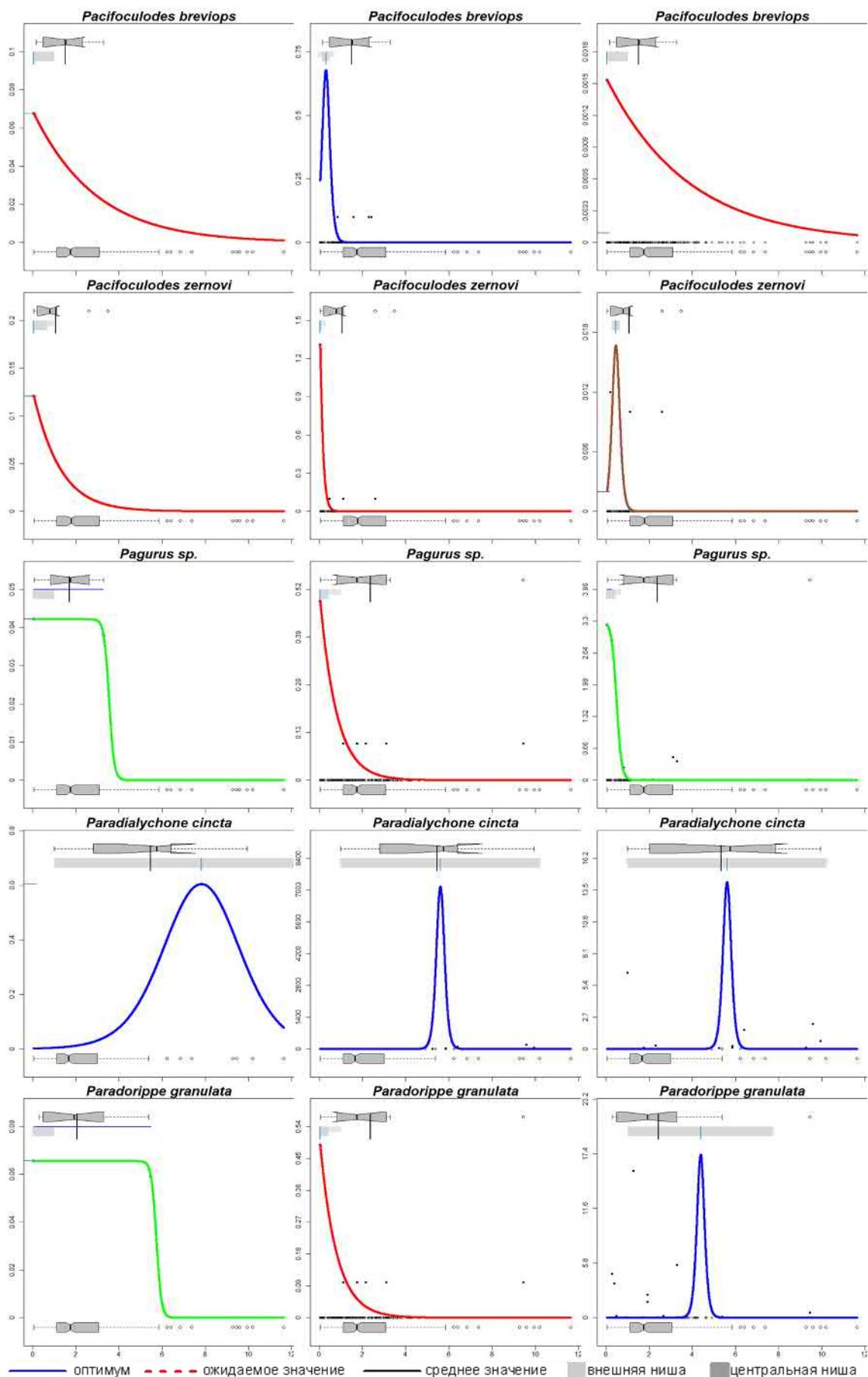


Рисунок А.29 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

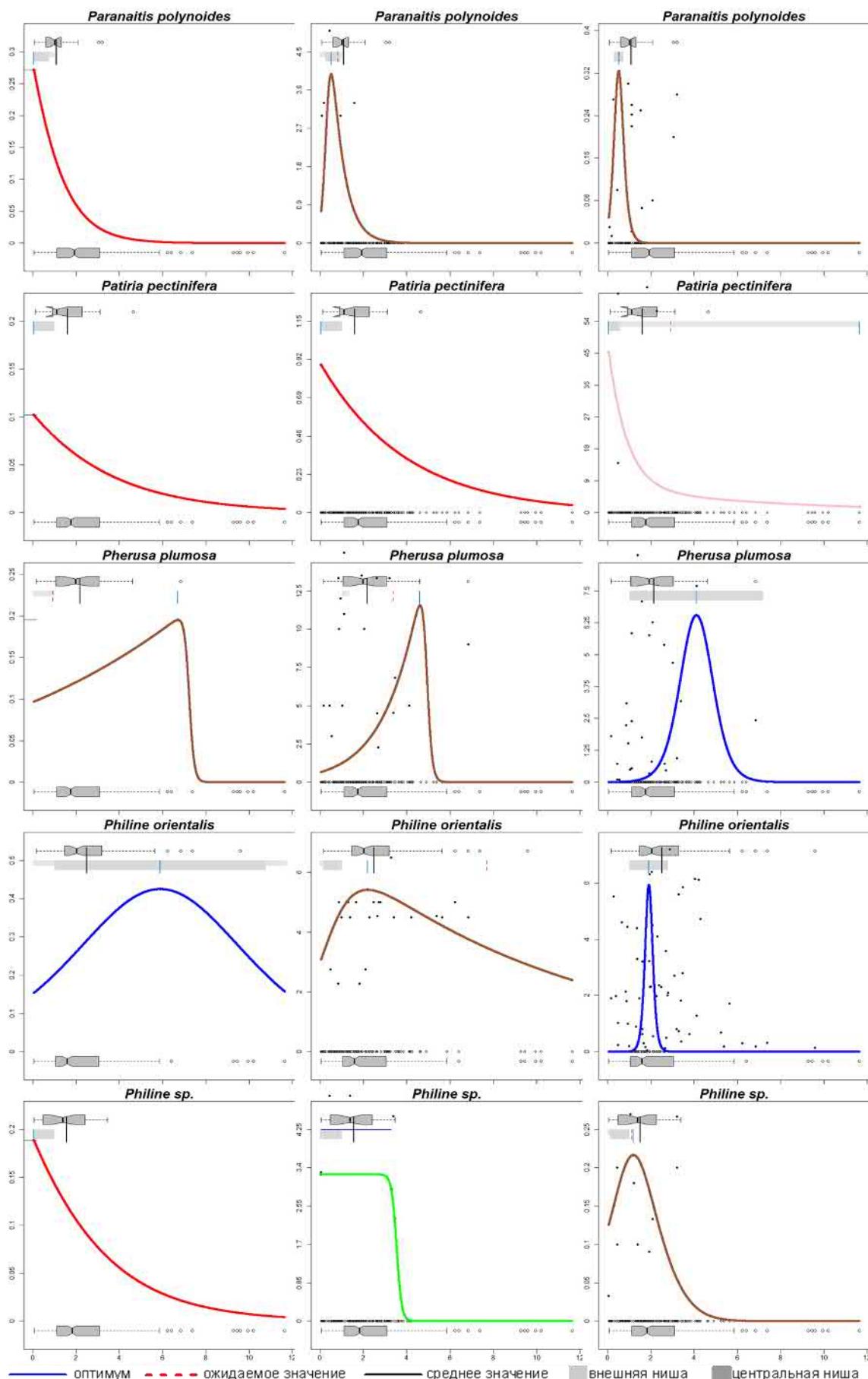


Рисунок А.30 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

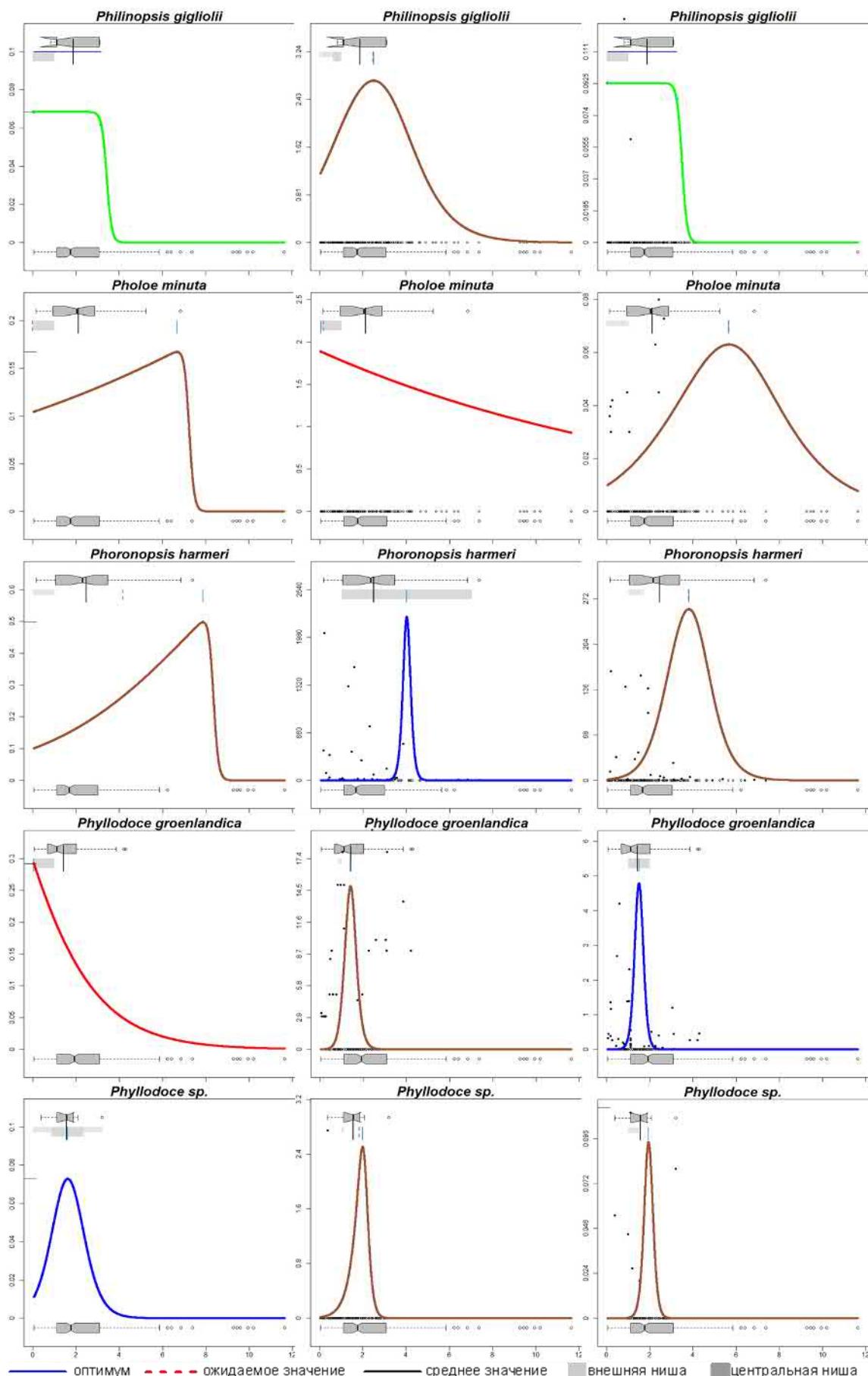


Рисунок А.31 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

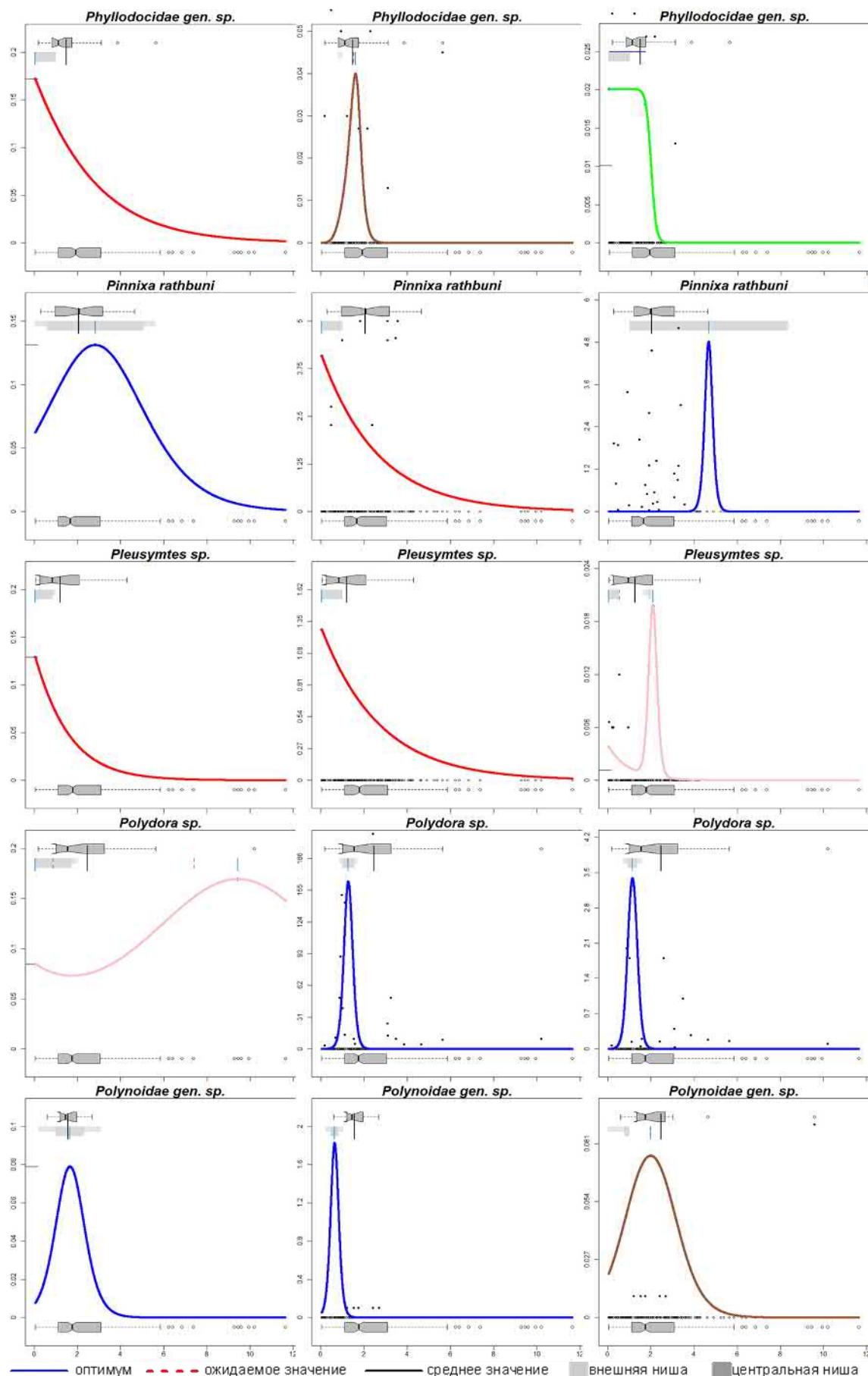


Рисунок А.32 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

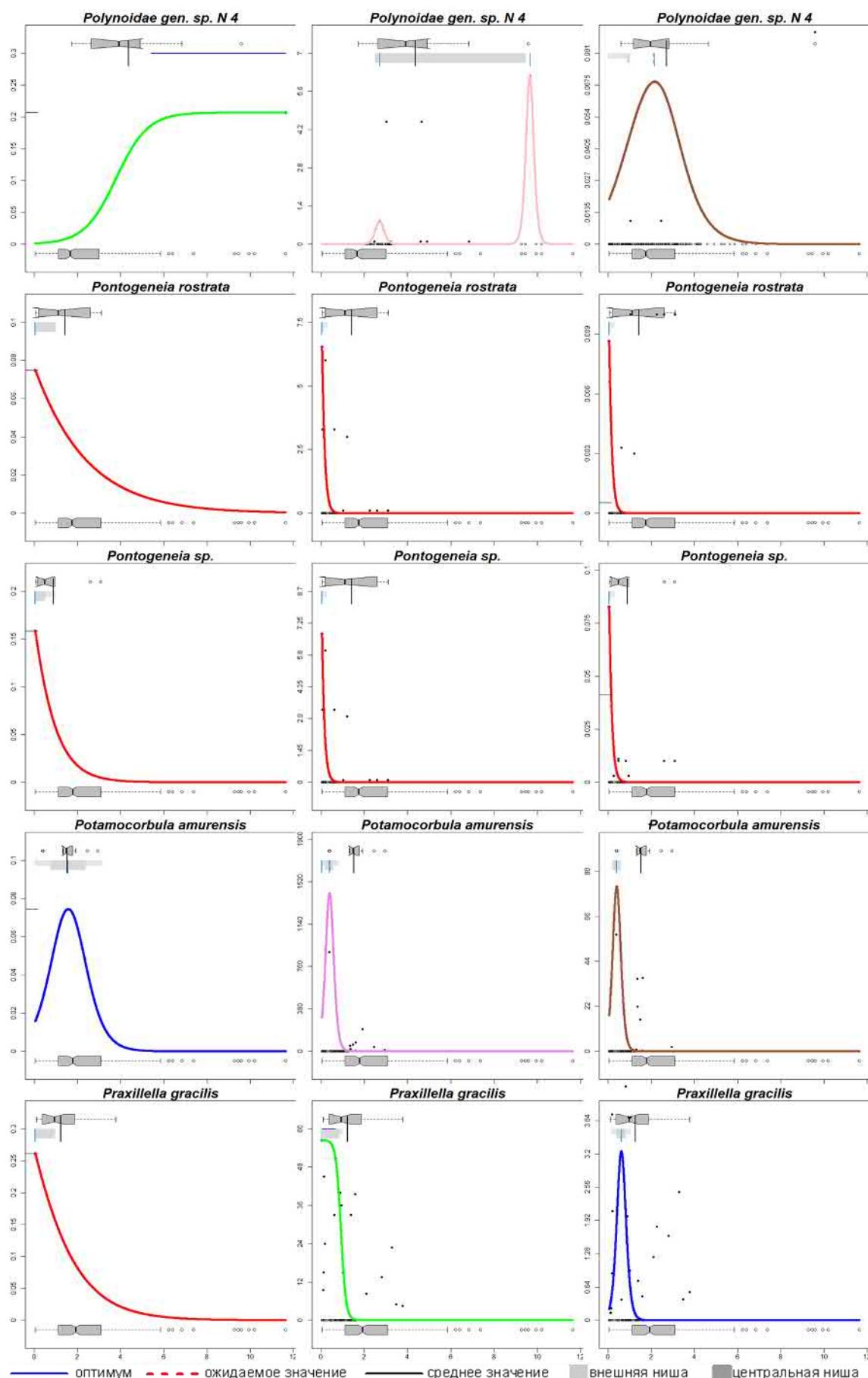


Рисунок А.33 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

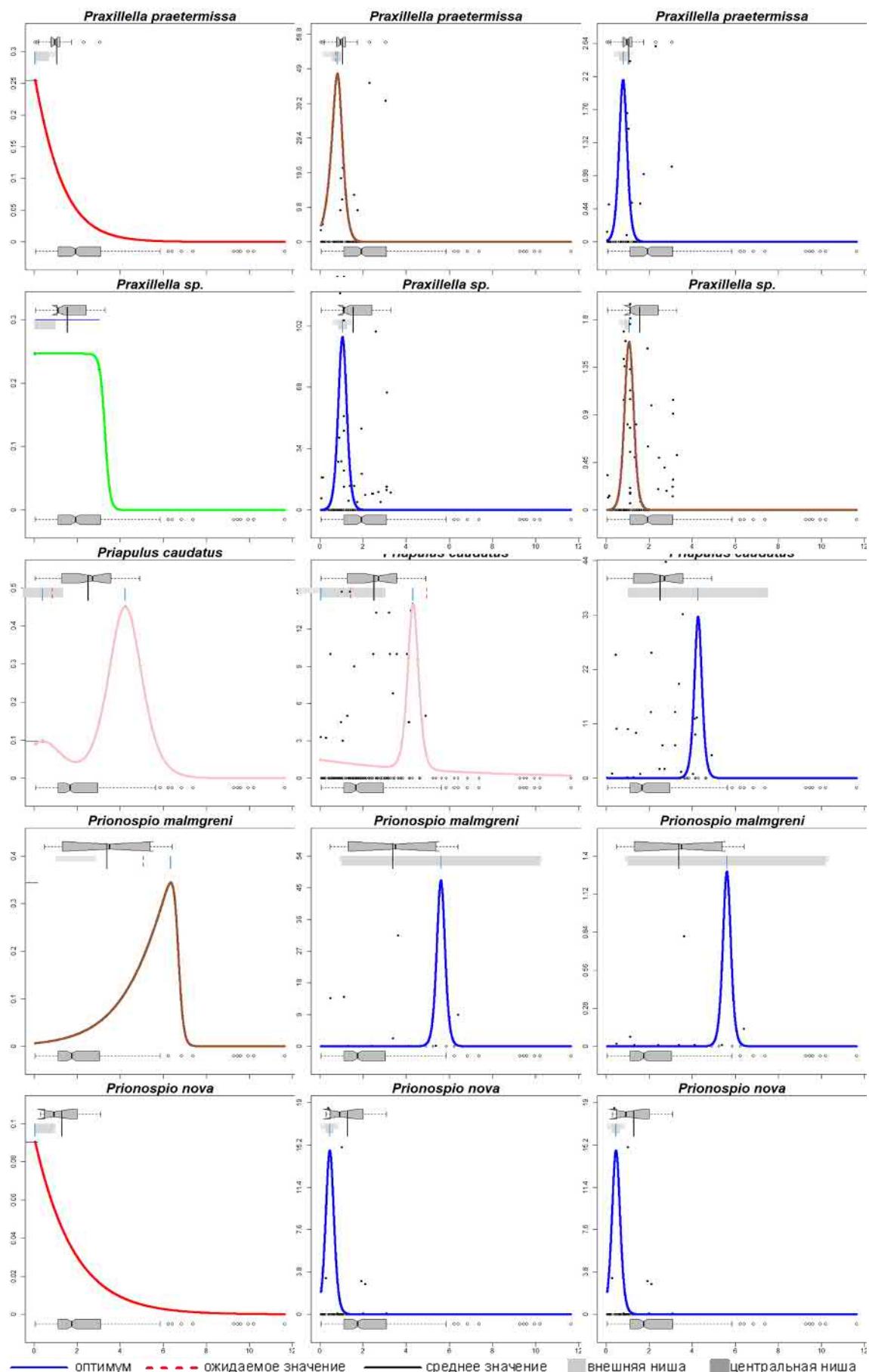


Рисунок А.34 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

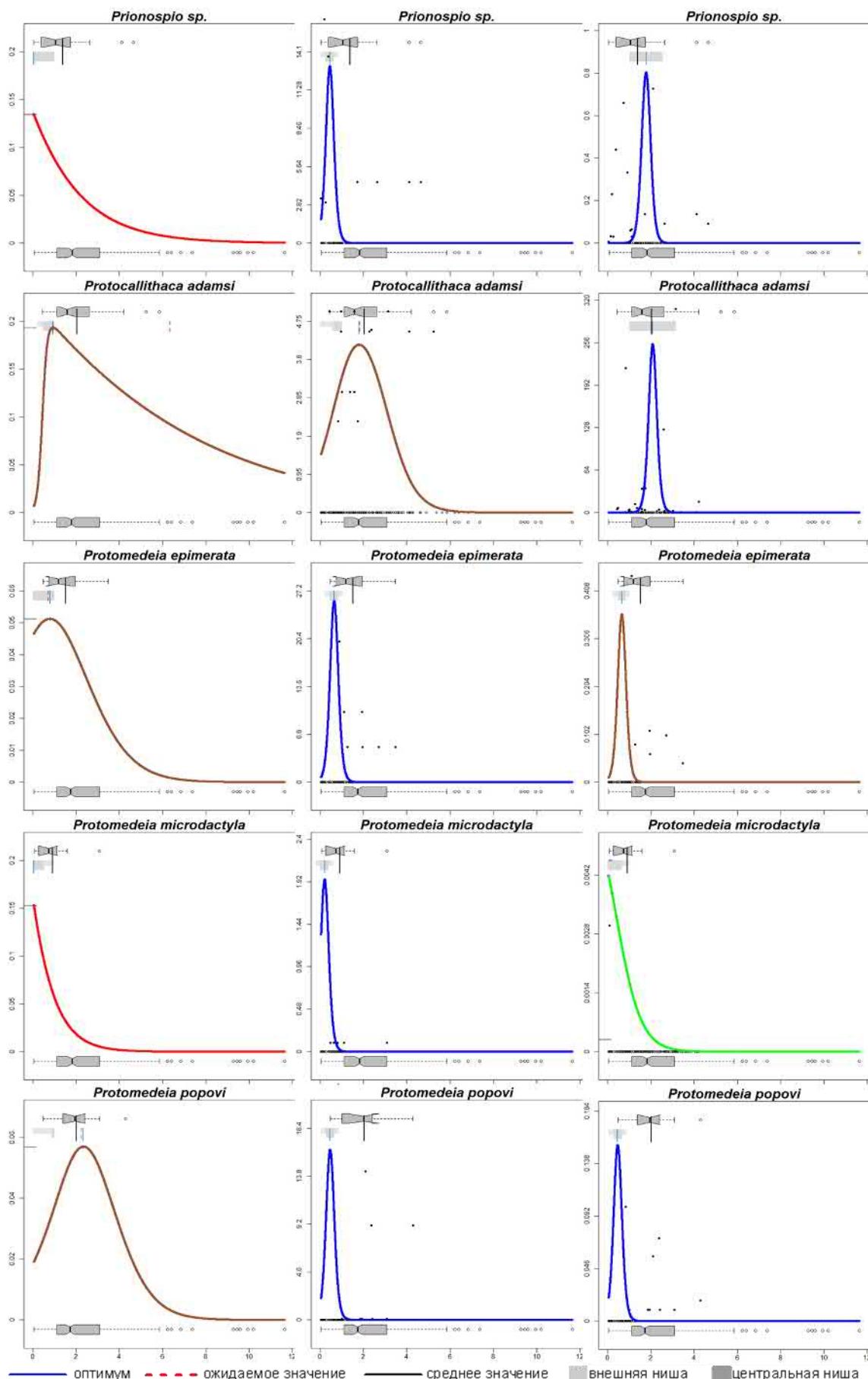


Рисунок А.35 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

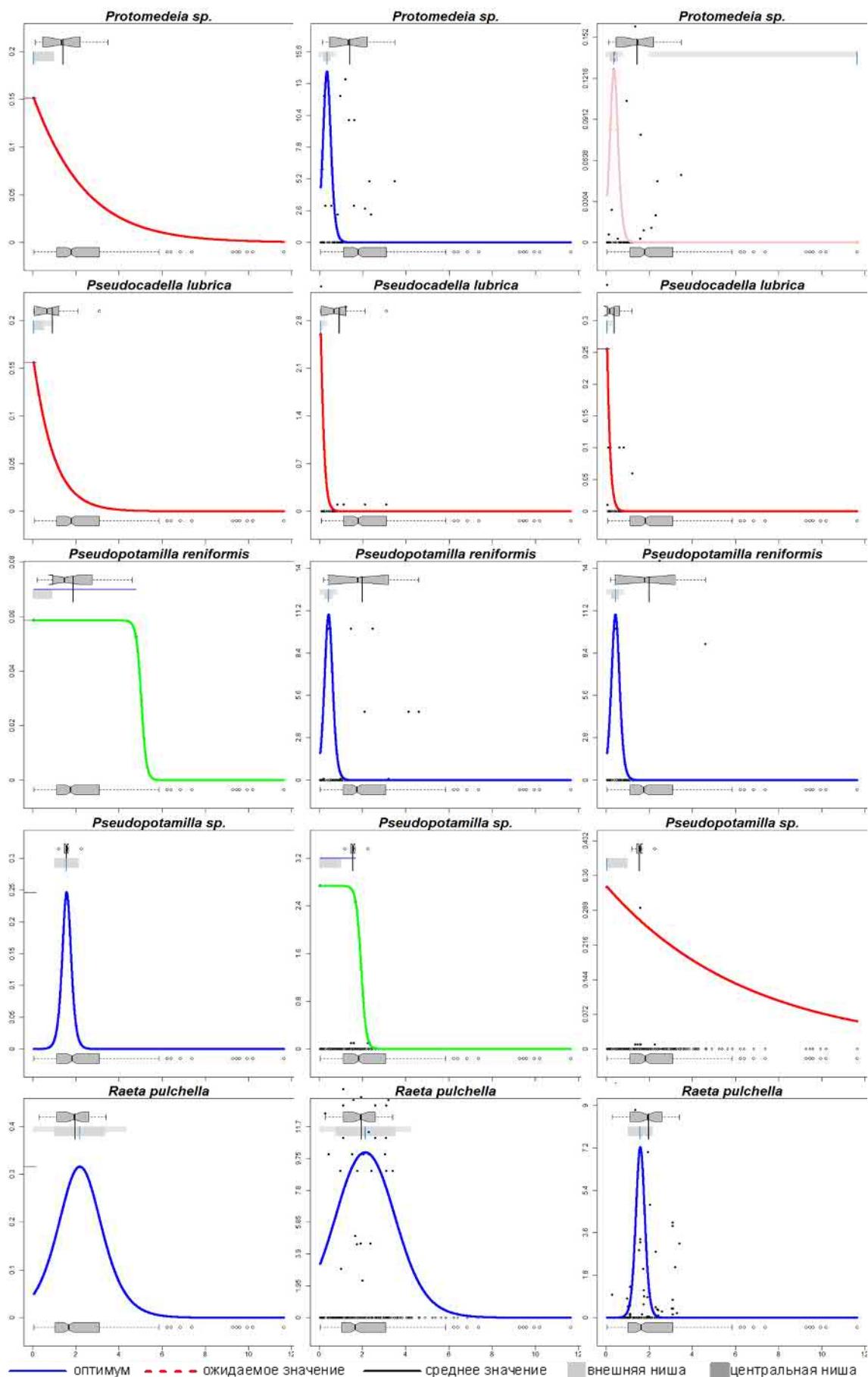


Рисунок А.36 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{опг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

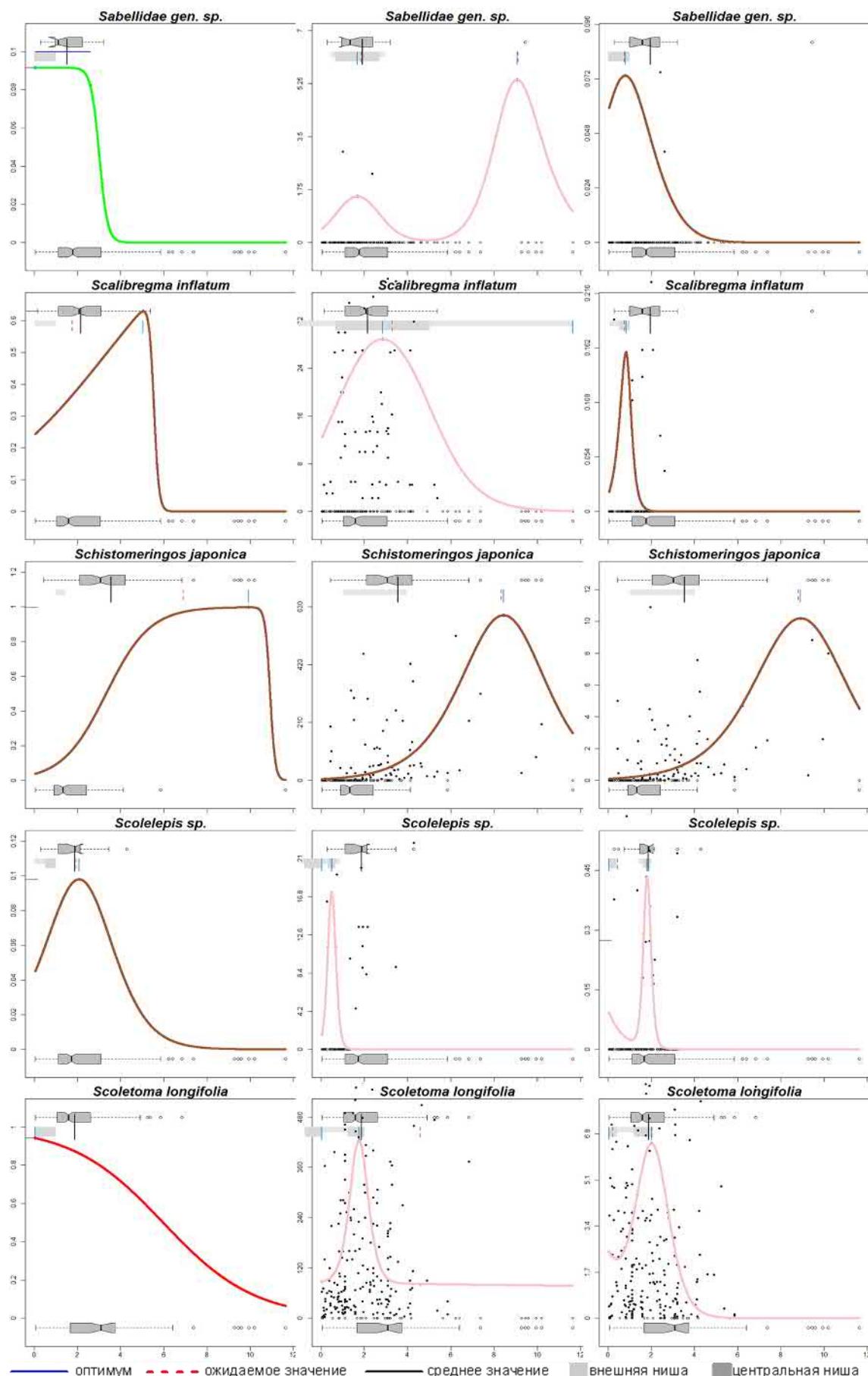


Рисунок А.37 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

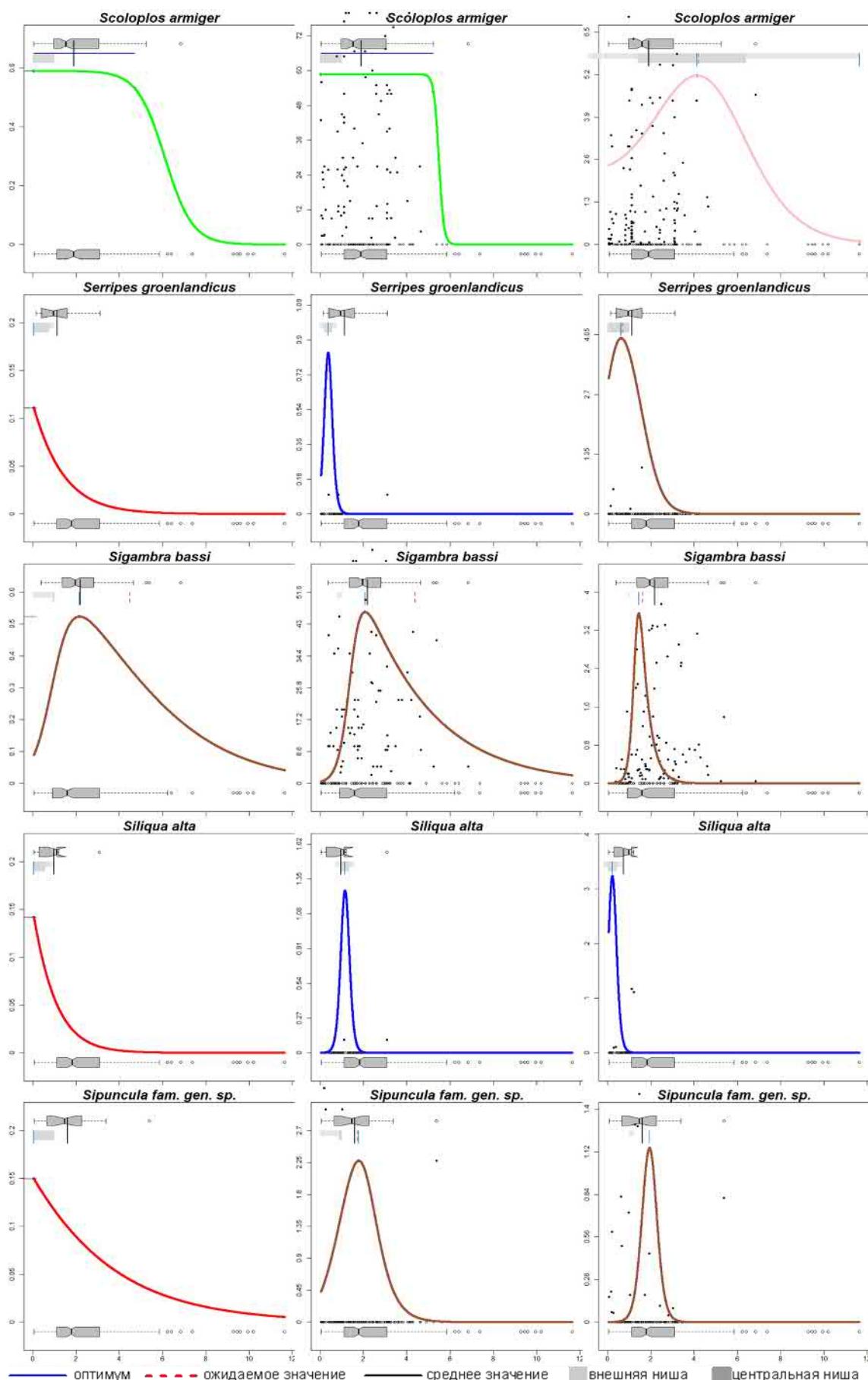


Рисунок А.38 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

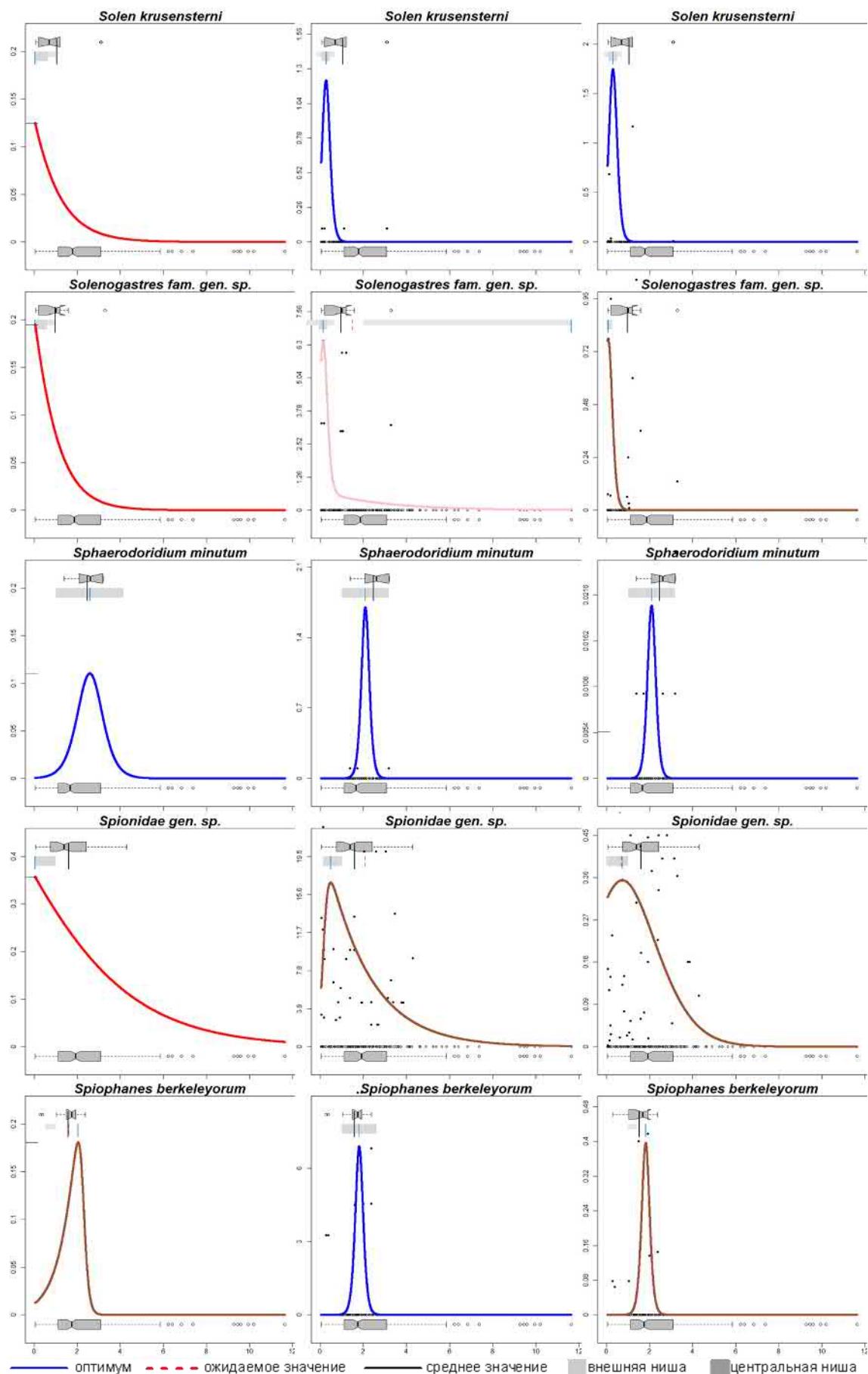


Рисунок А.39 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{опр}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

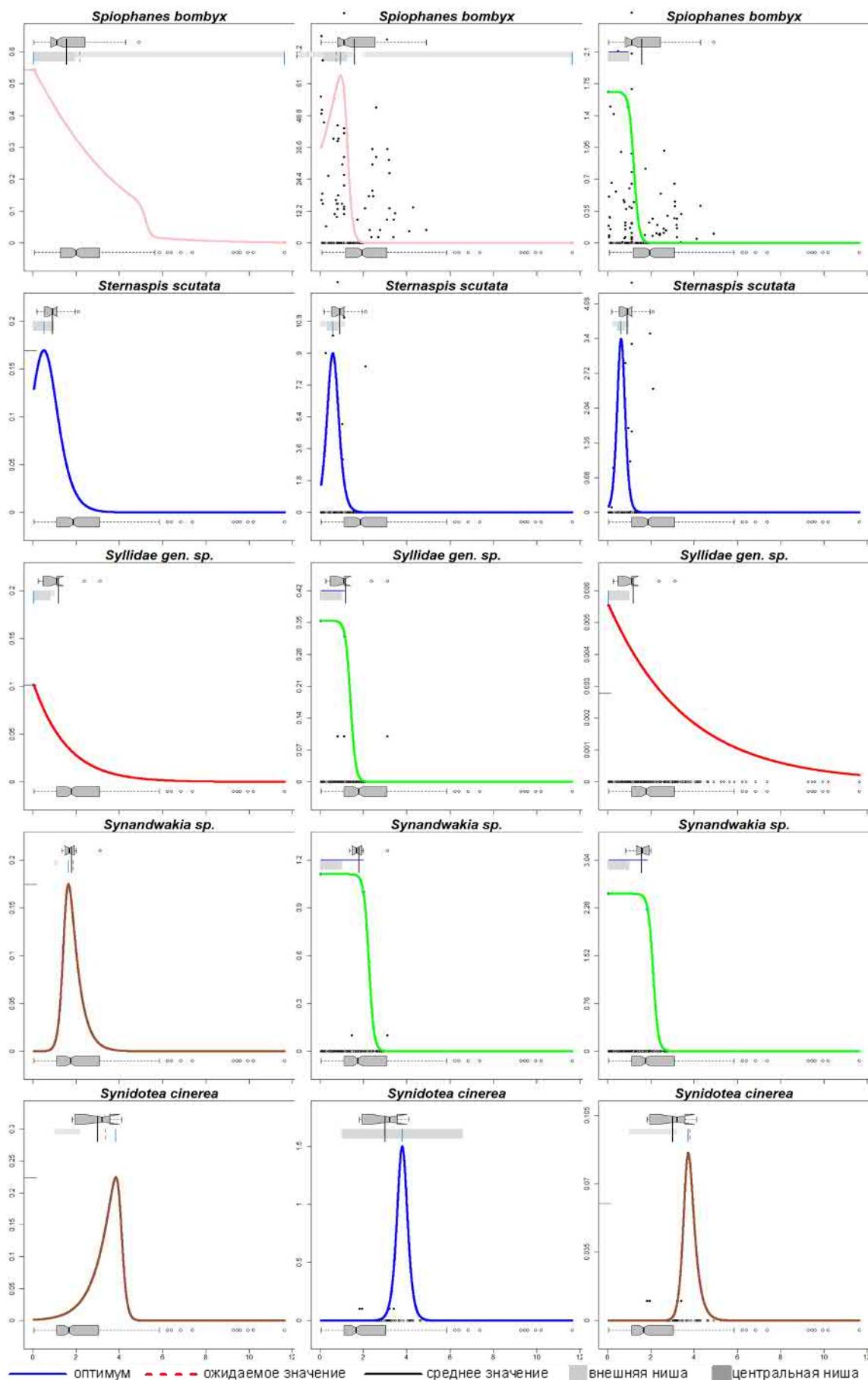


Рисунок А.40 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./м² и г/м²), соответственно первый, второй и третьей столбцы

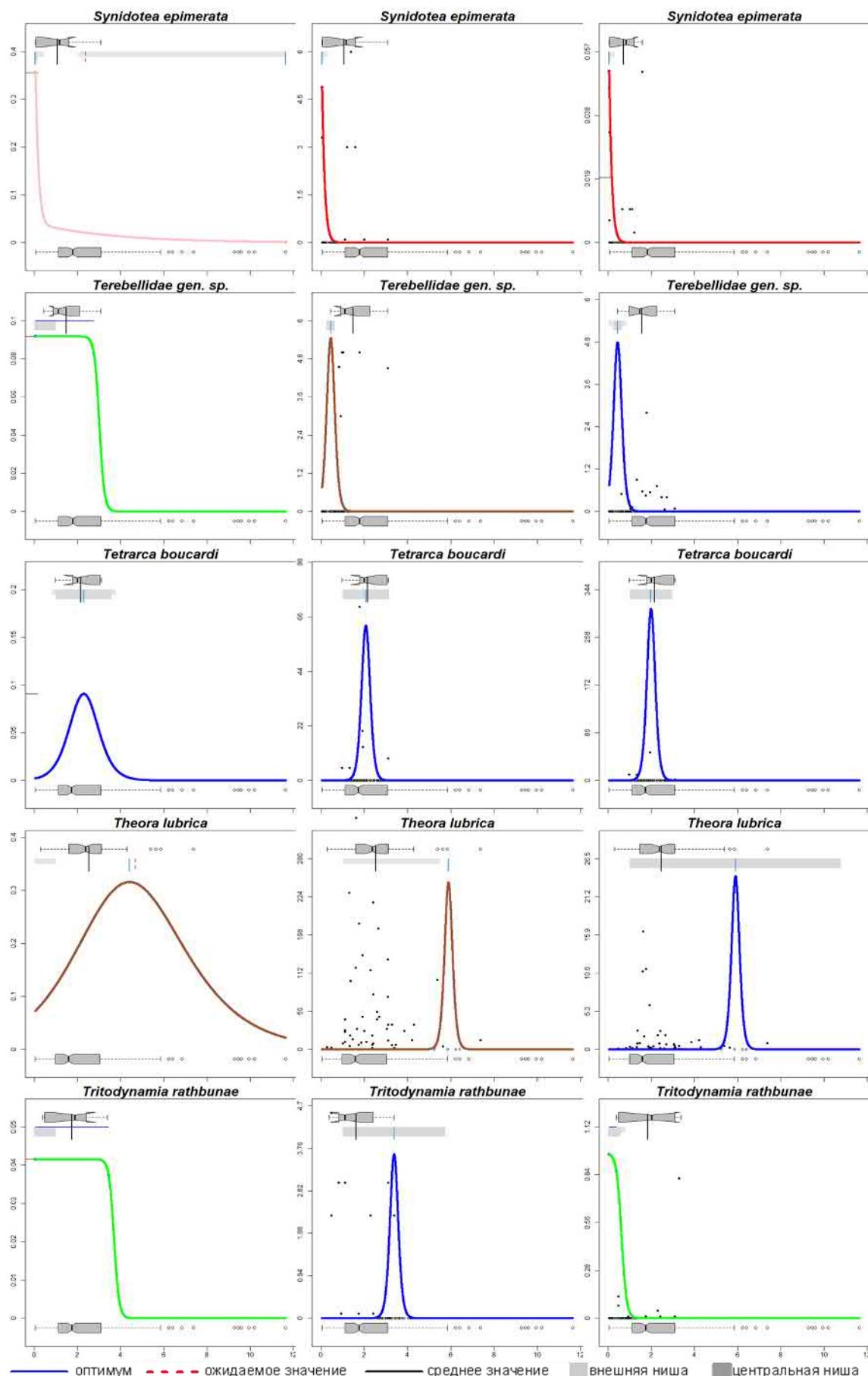


Рисунок А.41 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

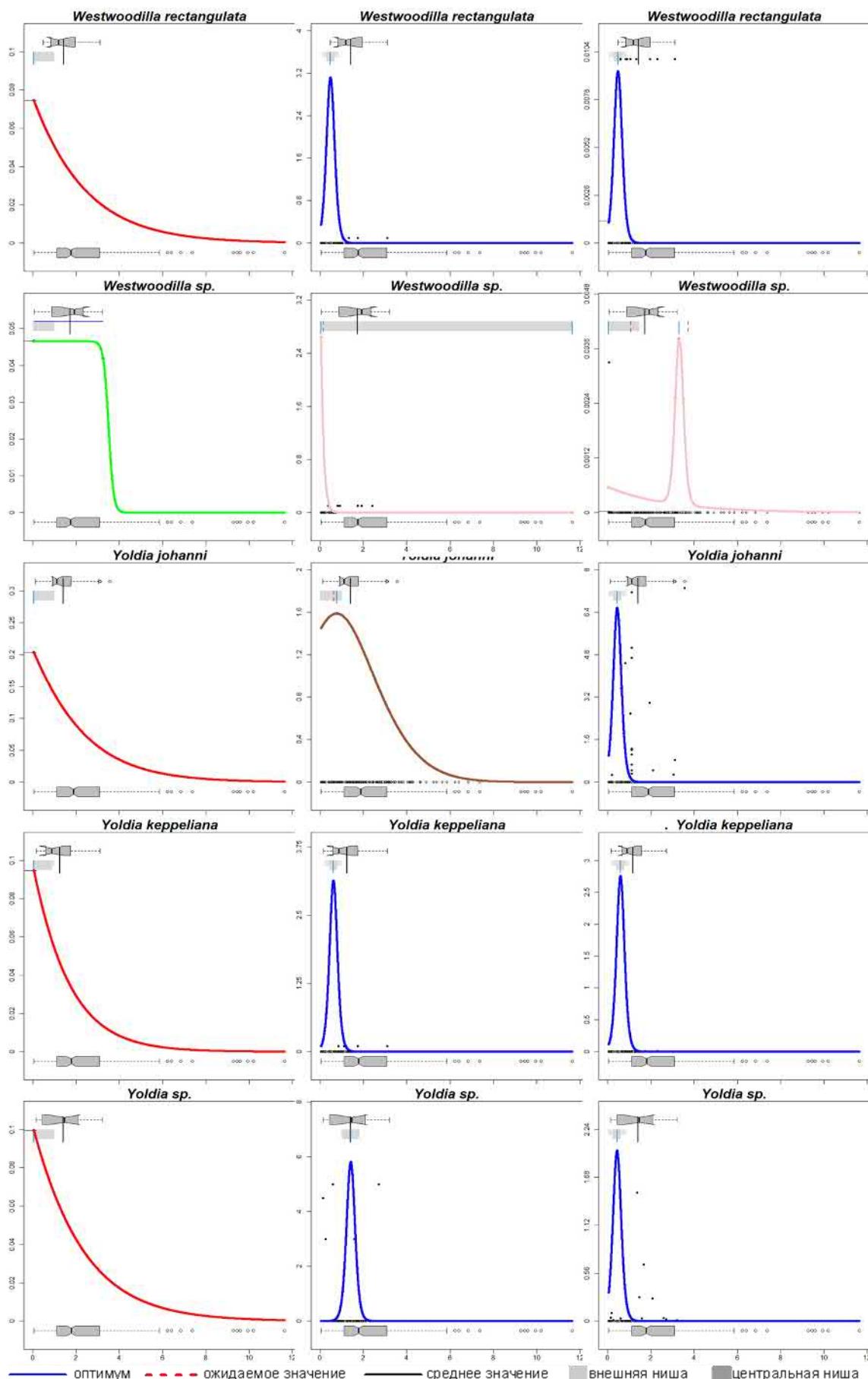


Рисунок А.42 – Распределение таксонов макрозообентоса вдоль градиента концентраций $C_{\text{орг}}$ (ось абсцисс, мг/г). Ось ординат – встречаемость, плотность поселения и биомасса (доли, экз./ м^2 и $\text{г}/\text{м}^2$), соответственно первый, второй и третьей столбцы

Таблица А.1 – Основные параметры НОФ моделей II типа

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Встречаемость										
1	<i>Alveinus ojianus</i>	2,216	3,545	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,583
2	<i>Ampelisca macrocephala</i>	0,640	10,495	1	0,040	0,040	0,802	0,040	1,000	1,107
3	<i>Ampharetidae</i> gen. sp.	1,274	10,292	1	0,040	0,040	0,722	0,040	1,000	1,083
4	<i>Amphiodia fissa</i>	-0,082	9,225	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,247
5	<i>Amphiodia periercta</i>	2,048	9,514	1	0,040	0,040	0,711	0,040	1,000	1,102
6	<i>Anonyx</i> sp.	1,017	24,516	1	0,040	0,040	0,340	0,040	1,000	0,589
7	<i>Aphelochaeta pacifica</i>	1,633	-6,730	1	11,650	12,820	1,000	11,650	0,000	2,981
8	<i>Aphroditidae</i> gen. sp.	2,125	3,737	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,563
9	<i>Asterias amurensis</i>	2,910	-2,903	1	11,650	1,000	11,650	1,000	11,650	3,196
10	<i>Bela erosa</i>	1,894	3,752	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,567
11	<i>Byblis</i> sp.	0,739	30,436	1	0,040	0,040	0,296	0,040	0,935	0,486
12	<i>Caprellidae</i> gen. sp.	0,932	22,180	1	0,040	0,040	0,377	0,040	1,000	0,648
13	<i>Carinomella</i> sp.	2,082	9,159	1	0,040	0,040	0,735	0,040	1,000	1,123
14	<i>Cerebratulus signatus</i>	2,701	3,630	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,565
15	<i>Chone</i> sp.	1,940	2,704	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,692
16	<i>Cistenides hyperborea</i>	1,784	5,020	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,443
17	<i>Crangon</i> sp.	2,908	2,152	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,752
18	<i>Cryptonatica janthostoma</i>	2,111	4,896	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,446
19	<i>Derjuginella rufofasciata</i>	1,181	14,534	1	0,040	0,040	0,531	0,040	1,000	0,883
20	<i>Diastylis</i> sp.	-0,109	24,981	1	0,040	0,040	0,442	0,040	1,000	0,648
21	<i>Diplodonta</i> sp.	1,652	14,248	1	0,040	0,040	0,507	0,040	1,000	0,877
22	<i>Echinarachnius parma</i>	2,087	9,099	1	0,040	0,040	0,739	0,040	1,000	1,127
23	<i>Echinocardium cordatum</i>	0,579	15,150	1	0,040	0,040	0,576	0,040	1,000	0,890

Продолжение таблицы А.1

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
24	<i>Gastropoda fam. gen. sp.</i>	1,114	9,681	1	0,040	0,040	0,785	0,040	1,000	1,126
25	<i>Glycera</i> sp.	0,032	4,236	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,628
26	<i>Goniada maculata</i>	-0,689	5,526	1	0,040	-4,489	0,040	1,000	0,040	1,594
27	<i>Grandifoxus longirostris</i>	-0,104	57,195	1	0,040	0,040	0,215	0,040	0,583	0,249
28	<i>Grandifoxus robustus</i>	1,649	14,287	1	0,040	0,040	0,506	0,040	1,000	0,876
29	<i>Isopoda. fam. gen. sp.</i>	1,873	10,311	1	0,040	0,040	0,669	0,040	1,000	1,061
30	<i>Laonice cirrata</i>	0,699	3,264	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,677
31	<i>Laonice</i> sp.	2,617	4,276	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,497
32	<i>Lineidae gen. sp.</i>	1,627	5,437	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,410
33	<i>Liocyma fluctuosa</i>	1,242	12,036	1	0,040	0,040	0,626	0,040	1,000	0,992
34	<i>Macoma calcarea</i>	2,122	8,744	1	0,040	0,040	0,765	0,040	1,000	1,148
35	<i>Mactra chinensis</i>	2,356	6,487	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,304
36	<i>Maldanidae gen. sp.</i>	1,043	6,143	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,377
37	<i>Melita</i> sp.	2,262	3,719	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,562
38	<i>Neohaustator fortilirata</i>	2,041	9,589	1	0,040	0,040	0,706	0,040	1,000	1,098
39	<i>Nephtys caeca</i>	1,597	13,603	1	0,040	0,040	0,532	0,040	1,000	0,906
40	<i>Nereis</i> sp.	2,517	-2,286	1	11,650	1,000	11,650	0,000	11,650	2,892
41	<i>Nothria</i> sp.	2,113	8,831	1	0,040	0,040	0,758	0,040	1,000	1,143
42	<i>Onuphis iridescent</i>	0,396	12,237	1	0,040	0,040	0,737	0,040	1,000	1,033
43	<i>Onuphis</i> sp.	1,409	11,727	1	0,040	0,040	0,626	0,040	1,000	1,000
44	<i>Ophelina acuminata</i>	1,460	15,452	1	0,040	0,040	0,481	0,040	1,000	0,836
45	<i>Ophiura sarsii</i>	-0,645	3,586	1	0,040	-3,512	0,040	1,000	0,040	1,766
46	<i>Orchomenella</i> sp.	2,345	6,586	1	0,040	0,040	0,987	0,040	1,000	1,296
47	<i>Owenia fusiformis</i>	1,577	2,649	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,709

Продолжение таблицы А.1

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
48	<i>Pacifoculodes breviops</i>	2,623	4,232	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,501
49	<i>Pacifoculodes zernovi</i>	1,982	10,239	1	0,040	0,040	0,667	0,040	1,000	1,062
50	<i>Paranaitis polynoides</i>	0,984	10,508	1	0,040	0,040	0,744	0,040	1,000	1,085
51	<i>Patiria pectinifera</i>	2,175	3,368	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,604
52	<i>Philine</i> sp.	1,459	4,020	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,553
53	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	0,885	5,832	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,412
54	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	1,572	4,737	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,477
55	<i>Pleusymtes</i> sp.	1,908	8,073	1	0,040	0,040	0,841	0,040	1,000	1,198
56	<i>Pontogeneia rostrata</i>	2,513	5,125	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,417
57	<i>Pontogeneia</i> sp.	1,670	14,006	1	0,040	0,040	0,514	0,040	1,000	0,887
58	<i>Praxillella gracilis</i>	1,038	8,192	1	0,040	0,040	0,934	0,040	1,000	1,224
59	<i>Praxillella praetermissa</i>	1,075	11,200	1	0,040	0,040	0,689	0,040	1,000	1,042
60	<i>Prionospio nova</i>	2,310	6,910	1	0,040	0,040	0,945	0,040	1,000	1,272
61	<i>Prionospio</i> sp.	1,864	5,832	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,369
62	<i>Protomediea microdactyla</i>	1,714	13,436	1	0,040	0,040	0,531	0,040	1,000	0,910
63	<i>Protomediea</i> sp.	1,724	5,509	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,401
64	<i>Pseudocadella lubrica</i>	1,691	13,734	1	0,040	0,040	0,522	0,040	1,000	0,898
65	<i>Scoletoma longifolia</i>	-2,787	5,459	1	0,040	-2,380	0,040	1,000	0,040	1,878
66	<i>Serripes groenlandicus</i>	2,084	9,140	1	0,040	0,040	0,736	0,040	1,000	1,124
67	<i>Siliqua alta</i>	1,800	12,354	1	0,040	0,040	0,569	0,040	1,000	0,957
68	<i>Sipuncula</i> fam. gen. sp.	1,738	3,478	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,603
69	<i>Solen krusensterni</i>	1,952	10,571	1	0,040	0,040	0,649	0,040	1,000	1,044
70	<i>Solenogastres</i> fam. gen. sp.	1,420	12,505	1	0,040	0,040	0,589	0,040	1,000	0,962
71	<i>Spionidae</i> gen. sp.	0,593	3,996	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,604

Продолжение таблицы А.1

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
72	<i>Syllidae</i> gen. sp.	2,182	8,140	1	0,040	0,040	0,815	0,040	1,000	1,187
73	<i>Westwoodilla rectangulata</i>	2,519	5,077	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,421
74	<i>Yoldia johanni</i>	1,365	5,700	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,398
75	<i>Yoldia keppeliana</i>	2,257	7,405	1	0,040	0,040	0,887	0,040	1,000	1,236
76	<i>Yoldia</i> sp.	2,203	5,399	1	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,398

Плотность

1	<i>Ampelisca macrocephala</i>	1,980	100	4500	0,040	0,040	0,104	0,040	0,285	1,107
2	<i>Balanus rostratus</i>	5,059	0,589	350	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,906
3	<i>Bela erosa</i>	4,087	1,391	90	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,567
4	<i>Crangon amurensis</i>	4,053	2,447	14	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,669
5	<i>Cryptonatica janthostoma</i>	2,708	3,959	14	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,446
6	<i>Deruginella rufofasciata</i>	1,303	100	27	0,040	0,040	0,110	0,040	0,297	0,883
7	<i>Diastylis</i> sp.	1,696	30,223	250	0,040	0,040	0,259	0,040	0,865	0,648
8	<i>Diplodonta</i> sp.	1,853	69,937	18	0,040	0,040	0,133	0,040	0,393	0,877
9	<i>Echinorachnius parma</i>	3,933	18,776	120	0,040	0,040	0,354	0,040	1,000	1,127
10	<i>Glycera capitata</i>	1,886	4,138	200	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,314
11	<i>Grandifoxus longirostris</i>	2,183	100	130	0,040	0,040	0,103	0,040	0,283	0,249
12	<i>Grandifoxus robustus</i>	1,515	100	25	0,040	0,040	0,108	0,040	0,292	0,876
13	<i>Harmothoe imbricata</i>	3,747	1,462	42	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,636
14	<i>Holothuroidea</i> fam. gen. sp.	4,011	2,133	37	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,606
15	<i>Leukoma jedoyensis</i>	3,636	5,088	20	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,451
16	<i>Lineidae</i> gen. sp.	2,238	13,745	36	0,040	0,040	0,497	0,040	1,000	1,410
17	<i>Monoculodes diamesus</i>	4,240	0,379	20	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,060

Продолжение таблицы А.1

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
18	<i>Pacifoculodes zernovi</i>	1,276	100	6	0,040	0,040	0,110	0,040	0,297	1,062
19	<i>Pagurus</i> sp.	3,244	15,393	13	0,040	0,040	0,429	0,040	1,000	2,372
20	<i>Paradorippe granulata</i>	5,212	15,113	90	0,040	0,040	0,426	0,040	1,000	2,372
21	<i>Patiria pectinifera</i>	3,213	3,022	23	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,604
22	<i>Pholoe minuta</i>	3,240	0,726	50	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,108
23	<i>Pinnixa rathbuni</i>	3,389	4,576	125	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,055
24	<i>Pleusymtes</i> sp.	2,999	4,464	27	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,198
25	<i>Pontogeneia rostrata</i>	1,896	100	50	0,040	0,040	0,105	0,040	0,286	1,417
26	<i>Pontogeneia rostrata</i>	3,736	100	290	0,040	0,040	0,099	0,040	0,275	1,417
27	<i>Pseudocadella lubrica</i>	0,528	100	7	0,040	0,040	0,122	0,040	0,320	0,898
28	<i>Synidotea epimerata</i>	1,638	100	30	0,040	0,040	0,107	0,040	0,290	1,056

Биомасса

1	<i>Actiniaria</i> fam. gen. sp.	3,696	6,425	15,00	0,040	0,040	0,961	0,040	1,000	1,301
2	<i>Ampelisca macrocephala</i>	1,969	100	55,00	0,040	0,040	0,104	0,040	0,285	1,135
3	<i>Ampharete</i> sp.	3,685	5,970	40,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,688
4	<i>Cumacea</i> fam. gen. sp.	5,315	2,742	2,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,965
5	<i>Diplodonta</i> sp.	1,359	93,828	0,10	0,040	0,040	0,114	0,040	0,312	0,541
6	<i>Ennucula tenuis</i>	3,425	2,643	125,0	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,089
7	<i>Eteone longa</i>	3,701	1,406	2,60	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,180
8	<i>Eumida sanguinea</i>	5,213	2,591	50,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,608
9	<i>Gaetice depressus</i>	3,687	5,578	0,12	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,839
10	<i>Glycera capitata</i>	2,968	2,714	18,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,314
11	<i>Grandifoxus longirostris</i>	0,846	100	0,20	0,040	0,040	0,116	0,040	0,309	0,249
12	<i>Grandifoxus robustus</i>	1,529	100	0,31	0,040	0,040	0,108	0,040	0,292	0,415

Продолжение таблицы А.1

№	Таксон	Коэффициенты модели		M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
13	<i>Laonice</i> sp.	4,123	2,018	0,70	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,284
14	<i>Mya arenaria</i>	5,681	-0,456	300,0	11,650	0,000	11,650	0,000	11,650	2,165
15	<i>Nephtys longosetosa</i>	1,999	45,704	2,80	0,040	0,040	0,180	0,040	0,576	0,601
16	<i>Nereis zonata</i>	5,077	0,781	35,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,558
17	<i>Nothria</i> sp.	3,812	4,155	0,50	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,234
18	<i>Obelia longissima</i>	5,437	0,561	100,0	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	2,198
19	<i>Onuphis iridescent</i>	2,126	24,697	26,00	0,040	0,040	0,297	0,040	1,000	0,899
20	<i>Ophelina acuminata</i>	2,581	13,844	3,00	0,040	0,040	0,484	0,040	1,000	0,836
21	<i>Pacifoculodes breviops</i>	3,641	3,120	0,06	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,501
22	<i>Pontogeneia rostrata</i>	1,780	100	0,06	0,040	0,040	0,106	0,040	0,288	1,417
23	<i>Pontogeneia</i> sp.	1,620	100	0,50	0,040	0,040	0,107	0,040	0,291	0,887
24	<i>Pseudocadella lubrica</i>	1,068	100	1,00	0,040	0,040	0,113	0,040	0,302	0,361
25	<i>Pseudopotamilla</i> sp.	4,664	1,773	36,00	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,541
26	<i>Syllidae</i> gen. sp.	4,491	3,258	0,50	0,040	0,040	1,000	0,040	1,000	1,187
27	<i>Synidotea epimerata</i>	1,858	100	0,38	0,040	0,040	0,105	0,040	0,287	0,712

Таблица А.2 – Основные параметры НОФ моделей III типа

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Встречаемость												
1	<i>Acila insignis</i>	-28,200	100	1,435	1	0,040	3,059	0,000	1,000	0,000	1,000	1,590
2	<i>Actiniaria fam. gen. sp.</i>	-23,501	100	1,906	1	0,040	2,513	0,000	1,000	0,000	1,000	1,301
3	<i>Ampharete acutifrons</i>	-16,713	60,012	3,060	1	0,040	2,848	0,000	1,000	0,000	1,000	1,583
4	<i>Ampharete</i> sp.	-8,236	26,718	1,224	1	0,040	2,665	0,000	1,000	0,000	1,000	1,671
5	<i>Arcuatula senhousia</i>	-28,453	100	3,093	1	0,040	3,088	0,000	1,000	0,000	1,000	1,692
6	<i>Asychis</i> sp.	-20,930	100	2,813	1	0,040	2,215	0,000	1,000	0,000	1,000	1,174
7	<i>Cistenides</i> sp.	-33,858	100	2,420	1	0,040	3,716	0,000	1,000	0,000	1,000	1,758
8	<i>Crassicorniphium crassicornue</i>	-11,556	56,787	1,165	1	0,040	1,953	0,000	1,000	0,000	1,000	1,309
9	<i>Cumacea fam. gen. sp.</i>	-49,267	100	2,942	1	0,040	5,505	0,000	1,000	0,000	1,000	2,084
10	<i>Cymatoica orientalis</i>	-30,903	100	3,032	1	0,040	3,373	0,000	1,000	0,000	1,000	1,896
11	<i>Eulalia bilineata</i>	-62,086	100	1,638	1	0,040	6,993	0,000	1,000	0,000	1,000	1,913
12	<i>Felaniella usta</i>	-9,658	100	2,025	1	0,040	0,906	0,000	1,000	0,000	1,000	0,667
13	<i>Glycinde armigera</i>	-62,120	100	1,695	1	0,040	6,997	0,000	1,000	0,000	1,000	1,993
14	<i>Halosydnia</i> sp.	10,593	-100	2,795	1	1,525	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	2,436
15	<i>Leukoma jedoyensis</i>	-24,706	100	2,947	1	0,040	2,653	0,000	1,000	0,000	1,000	1,431
16	<i>Lumbrineris japonica</i>	-30,438	100	3,027	1	0,040	3,319	0,000	1,000	0,000	1,000	1,695
17	<i>Macoma incongrua</i>	-32,270	100	3,144	1	0,040	3,531	0,000	1,000	0,000	1,000	2,018
18	<i>Macoma tokyoensis</i>	-19,717	100	3,418	3	0,040	2,074	0,000	1,000	0,000	1,000	1,332
19	<i>Mya japonica</i>	-27,435	100	3,061	1	0,040	2,970	0,000	1,000	0,000	1,000	1,772
20	<i>Mya</i> sp.	-38,943	100	2,513	1	0,040	4,306	0,000	0,999	0,000	0,999	1,729
21	<i>Mya truncata</i>	6,632	-100	3,065	1	1,065	11,650	0,860	1,000	0,595	1,000	2,228
22	<i>Nemertea fam. gen. sp.</i>	-71,660	100	0,113	1	0,040	8,105	0,000	1,000	0,000	1,000	2,066
23	<i>Neomysis</i> sp.	-26,528	100	2,923	1	0,040	2,865	0,000	1,000	0,000	1,000	1,587

Продолжение таблицы А.2

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
24	<i>Pagurus</i> sp.	-30,094	100	3,123	1	0,040	3,279	0,000	1,000	0,000	1,000	1,687
25	<i>Paradorippe granulata</i>	-49,019	100	2,656	1	0,040	5,476	0,000	1,000	0,000	1,000	2,056
26	<i>Philinopsis gigliolii</i>	-29,106	100	2,610	1	0,040	3,164	0,000	1,000	0,000	1,000	1,875
27	Polynoidae gen. sp. N.4	5,092	-15,790	1,343	1	5,400	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	4,363
28	<i>Praxillella</i> sp.	-27,932	100	1,962	2	0,040	3,028	0,000	1,000	0,000	1,000	1,537
29	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	-42,986	100	2,776	1	0,040	4,776	0,000	0,910	0,000	0,910	1,863
30	<i>Sabellidae</i> gen. sp.	-15,329	60,081	2,294	1	0,040	2,578	0,000	1,000	0,000	1,000	1,518
31	<i>Scoloplos armiger</i>	-9,483	18,153	-0,366	1	0,040	4,700	0,000	1,000	0,000	1,000	1,901
32	Terebellidae gen. sp.	-25,567	100	2,292	1	0,040	2,753	0,000	1,000	0,000	1,000	1,471
33	<i>Tritodynamia rathbunae</i>	-31,444	100	3,137	1	0,040	3,436	0,000	1,000	0,000	1,000	1,729
34	<i>Westwoodilla</i> sp.	-29,779	100	3,018	1	0,040	3,242	0,000	1,000	0,000	1,000	1,709

Плотность

1	<i>Ampharete acutifrons</i>	-30,259	100	3,703	14	0,040	3,298	0,000	1,000	0,000	1,000	1,583
2	<i>Anonyx</i> sp.	0,896	100	-0,984	145	0,040	11,650	0,000	0,115	0,000	0,307	0,589
3	Aphroditidae gen. sp.	-29,879	100	3,482	36	0,040	3,254	0,000	1,000	0,000	1,000	1,563
4	<i>Aricidea suecica</i>	-17,484	100	3,548	60	0,040	1,815	0,000	1,000	0,000	1,000	1,542
5	<i>Cistenides</i> sp.	-26,283	100	3,701	70	0,040	2,836	0,000	1,000	0,000	1,000	1,758
6	Decapoda fam. gen. sp.	-31,215	100	3,415	70	0,040	3,409	0,000	1,000	0,000	1,000	1,994
7	<i>Echinocardium cordatum</i>	-10,400	100	2,798	60	0,040	0,992	0,000	1,000	0,000	1,000	0,890
8	<i>Eteone spetsbergensis</i>	-20,399	100	3,950	40	0,040	2,153	0,000	1,000	0,000	1,000	1,714
9	<i>Felaniella usta</i>	-11,132	100	3,703	120	0,040	1,077	0,000	1,000	0,000	1,000	0,561
10	Gastropoda fam. gen. sp.	-8,596	100	2,953	150	0,040	0,783	0,000	0,988	0,000	1,000	1,126
11	<i>Glycera unicornis</i>	-18,935	100	3,542	32	0,040	1,983	0,000	1,000	0,000	1,000	1,708
12	<i>Macoma nipponica</i>	22,888	-100	3,648	63	2,952	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	2,670

Продолжение таблицы А.2

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
13	<i>Mya japonica</i>	-25,940	100	3,935	10	0,040	2,797	0,000	1,000	0,000	1,000	1,772
14	<i>Neohaustator fortilarata</i>	-9,028	100	4,079	190	0,040	0,833	0,000	1,000	0,000	1,000	1,098
15	<i>Oenopota</i> sp.	25,058	-100	3,240	27	3,204	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	2,884
16	<i>Ophiura sarsii</i>	-45,227	100	2,800	2000	0,040	5,036	0,000	1,000	0,000	1,000	1,766
17	<i>Philine</i> sp.	-30,070	100	3,223	85	0,040	3,276	0,000	1,000	0,000	1,000	1,553
18	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	-16,048	100	3,224	50	0,040	1,648	0,000	1,000	0,000	1,000	1,477
19	<i>Praxillella gracilis</i>	-7,537	100	2,264	600	0,040	0,661	0,000	0,865	0,000	1,000	1,224
20	<i>Pseudopotamilla</i> sp.	-16,314	100	4,050	160	0,040	1,679	0,000	1,000	0,000	1,000	1,563
21	<i>Scoloplos armiger</i>	-46,873	100	2,220	600	0,040	5,227	0,000	1,000	0,000	1,000	1,901
22	<i>Syllidae</i> gen. sp.	-11,702	100	3,651	14	0,040	1,144	0,000	1,000	0,000	1,000	1,187
23	<i>Synandwakia</i> sp.	-19,018	100	3,969	60	0,040	1,993	0,000	1,000	0,000	1,000	1,795

Биомасса

1	<i>Aphelochaeta pacifica</i>	31,572	-100	2,180	300	3,961	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	2,959
2	<i>Aricidea suecica</i>	-17,565	100	4,087	5	0,040	1,824	0,000	1,000	0,000	1,000	1,459
3	<i>Asychis</i> sp.	-12,449	100	4,589	260	0,040	1,230	0,000	1,000	0,000	1,000	1,022
4	<i>Charisma candida</i>	-19,565	100	3,956	0,8	0,040	2,056	0,000	1,000	0,000	1,000	1,627
5	<i>Cheilonereis cyclurus</i>	5,982	-16,238	1,664	14	5,888	11,650	1,000	1,000	1,000	1,000	3,992
6	<i>Echinarachnius parma</i>	-8,642	100	3,730	170	0,040	0,788	0,000	0,993	0,000	1,000	0,553
7	<i>Glycera</i> sp.	-39,767	100	3,531	15	0,040	4,402	0,000	0,998	0,000	0,998	1,620
8	<i>Glycera unicornis</i>	-18,868	100	3,613	26	0,040	1,975	0,000	1,000	0,000	1,000	1,708
9	<i>Goniada maculata</i>	-32,079	100	3,537	40	0,040	3,509	0,000	1,000	0,000	1,000	1,601
10	<i>Melanochlamys diomedea</i>	-16,889	100	4,190	3,3	0,040	1,746	0,000	1,000	0,000	1,000	1,349
11	<i>Mya japonica</i>	-7,978	100	3,761	3,5	0,040	0,712	0,000	0,916	0,000	1,000	1,772
12	<i>Neohaustator fortilarata</i>	-9,026	100	4,164	1100	0,040	0,833	0,000	1,000	0,000	1,000	0,831

Продолжение таблицы А.2

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
13	<i>Pagurus</i> sp.	-3,750	100	2,945	66	0,040	0,245	0,000	0,432	0,000	0,694	2,372
14	<i>Philinopsis gigliolii</i>	-29,687	100	3,660	3,7	0,040	3,232	0,000	1,000	0,000	1,000	1,875
15	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	-16,694	100	3,170	0,5	0,040	1,723	0,000	1,000	0,000	1,000	1,477
16	<i>Protomedieia microdactyla</i>	-0,612	20,352	2,288	0,07	0,040	0,197	0,000	0,636	0,000	1,000	0,910
17	<i>Spiophanes bombyx</i>	-10,036	100	3,717	70	0,040	0,950	0,000	1,000	0,000	1,000	1,572
18	<i>Synandwakia</i> sp.	-17,723	100	4,089	152	0,040	1,843	0,000	1,000	0,000	1,000	1,553
19	<i>Tritodynamia rathbunae</i>	-4,936	100	3,331	28	0,040	0,366	0,000	0,565	0,000	0,829	1,837

Таблица А.3 – Основные параметры НОФ моделей IV типа

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Встречаемость											
1	<i>Ampharete sibirica</i>	0,245	4,033	1,032	1	1,173	0,000	2,347	0,000	2,347	1,918
2	<i>Ascidia</i> fam. gen. sp.	-3,532	23,431	4,642	1	2,065	1,000	3,130	0,388	3,743	1,905
3	<i>Balanus rostratus</i>	-4,026	28,059	5,590	1	2,029	1,000	3,059	0,600	3,459	1,866
4	<i>Brada</i> sp.	-3,101	19,725	5,022	1	2,430	1,000	3,861	0,357	4,504	2,158
5	<i>Charisma candida</i>	-3,798	27,367	5,578	1	2,029	1,000	3,058	0,547	3,511	1,931
6	<i>Cheilonereis cyclurus</i>	-5,960	7,398	4,241	1	8,044	1,000	15,088	1,000	15,088	3,992
7	<i>Cirratulus cirratus</i>	-4,264	9,106	4,455	1	5,598	1,000	10,196	1,000	10,196	3,081
8	<i>Cryptodius kelleri</i>	-1,607	14,315	4,859	2	2,662	1,000	4,324	0,000	5,324	2,133
9	<i>Decapoda</i> fam. gen. sp.	-2,006	10,623	2,409	1	2,453	0,835	4,071	0,000	4,905	1,994
10	<i>Diastylopsis dawsoni</i>	-7,691	44,573	7,185	1	1,977	1,000	2,955	1,000	2,955	1,905
11	<i>Eteone spetsbergensis</i>	0,440	8,714	2,205	1	1,216	0,000	2,431	0,000	2,431	1,714
12	<i>Eumida sanguinea</i>	-3,659	24,173	5,536	1	2,248	1,000	3,496	0,560	3,936	2,065
13	<i>Glycera unicornis</i>	-14,737	99,022	14,284	1	1,741	1,000	2,483	1,000	2,483	1,708
14	<i>Heteromastus giganteus</i>	-4,337	17,529	5,943	1	3,444	1,000	5,888	1,000	5,888	2,697
15	<i>Macoma scarlatoi</i>	-10,506	22,864	8,527	1	4,872	1,000	8,745	1,000	8,745	4,077
16	<i>Maldane sarsi</i>	-4,484	14,810	1,120	1	2,237	0,739	3,735	0,000	4,473	1,947
17	<i>Menestho exaratissima</i>	-6,092	35,548	6,898	1	2,161	1,000	3,323	1,000	3,323	2,048
18	<i>Monoculodes diamesus</i>	-6,908	41,390	7,908	1	2,118	1,000	3,236	1,000	3,236	2,060
19	<i>Mya uzenensis</i>	-4,010	9,080	4,638	1	5,569	1,000	10,137	1,000	10,137	3,078
20	<i>Nassarius multigranosus</i>	-3,611	25,929	5,460	1	2,071	1,000	3,141	0,500	3,641	1,940
21	<i>Nereis longior galinae</i>	-4,864	24,776	6,520	1	2,707	1,000	4,415	1,000	4,415	2,456
22	<i>Oenopota</i> sp.	-3,584	9,443	4,753	1	5,165	1,000	9,330	0,993	9,337	2,884
23	<i>Paradialychone cincta</i>	-8,798	11,258	6,291	1	7,821	1,000	14,642	1,000	14,642	5,461

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
24	<i>Philine orientalis</i>	-2,041	4,362	2,353	2	5,887	1,000	10,774	0,000	11,774	2,493
25	<i>Phyllodoce</i> sp.	-2,414	25,285	4,404	1	1,605	0,858	2,353	0,000	3,210	1,559
26	<i>Pinnixa rathbuni</i>	-1,325	7,895	2,457	1	2,821	0,580	5,062	0,000	5,641	2,055
27	Polynoidae gen. sp.	-2,941	28,061	4,819	1	1,645	0,978	2,312	0,191	3,099	1,555
28	<i>Potamocorbula amurensis</i>	-2,044	23,005	4,004	1	1,566	0,747	2,386	0,000	3,132	1,518
29	<i>Pseudopotamilla</i> sp.	-11,183	85,288	11,214	1	1,564	1,000	2,129	1,000	2,129	1,563
30	<i>Raeta pulchella</i>	-3,420	17,227	2,918	1	2,176	1,000	3,352	0,000	4,351	1,945
31	<i>Sphaerodoridium minutum</i>	-6,045	30,860	7,443	1	2,577	1,000	4,154	1,000	4,154	2,463
32	<i>Sternaspis scutata</i>	-0,725	27,346	1,438	1	0,499	-0,002	1,000	-0,002	1,000	0,905
33	<i>Tetrarca boucardi</i>	-4,460	27,432	6,143	1	2,284	1,000	3,568	0,813	3,755	2,153
Плотность											
1	<i>Actiniaria</i> fam. gen. sp.	-13,988	100	15,286	52	1,739	1,000	2,479	1,000	2,479	1,301
2	<i>Alveinus ojianus</i>	-24,313	100	27,250	700	3,033	1,000	5,067	1,000	5,067	1,583
3	<i>Amphiodia periercta</i>	-1,799	72,995	3,716	12	0,479	0,221	0,736	-0,043	1,000	1,102
4	Amphipoda fam. gen. sp.	3,506	-100	-3,203	140	0,429	0,258	0,601	0,044	0,815	1,586
5	<i>Arcuatula senhousia</i>	-24,741	100	27,130	480	3,051	1,000	5,102	1,000	5,102	1,692
6	<i>Ascidia</i> fam. gen. sp.	-16,356	100	17,956	90	2,032	1,000	3,064	1,000	3,064	1,905
7	<i>Asychis</i> sp.	-4,782	82,388	6,636	13	0,845	0,618	1,071	0,350	1,339	1,174
8	<i>Brada</i> sp.	-16,300	100	18,088	25	2,036	1,000	3,072	1,000	3,072	2,231
9	Caprellidae gen. sp.	1,917	-100	-1,069	850	0,213	0,039	0,388	-0,176	0,603	0,648
10	<i>Cerebratulus marginatus</i>	-16,493	100	18,264	135	2,058	1,000	3,115	1,000	3,115	1,687
11	<i>Cerebratulus signatus</i>	3,031	-100	-1,144	22	0,282	0,095	0,470	-0,126	0,691	1,742
12	<i>Cerebratulus</i> sp.	2,992	-100	-0,326	95	0,233	0,029	0,436	-0,198	0,663	1,769
13	<i>Chaetozone setosa</i>	-36,166	100	36,725	2000	4,271	1,000	7,543	1,000	7,543	2,100

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
14	<i>Charisma candida</i>	-10,620	99,796	13,042	30	1,416	1,000	1,833	0,993	1,840	1,931
15	<i>Chone</i> sp.	-0,839	24,079	3,722	40	1,139	0,273	2,006	0,000	2,279	1,692
16	<i>Cirratulidae</i> gen. sp.	-2,957	30,206	6,306	15	1,820	1,000	2,641	0,316	3,324	1,572
17	<i>Cirratulus cirratus</i>	-37,625	100	37,079	1000	4,377	1,000	7,753	1,000	7,753	3,081
18	<i>Cistenides granulata</i>	3,036	5,116	0,932	14	0,040	-0,920	1,000	-0,920	1,000	1,628
19	<i>Cistenides hyperborea</i>	-1,281	34,350	4,547	80	1,025	0,388	1,662	0,000	2,050	1,438
20	<i>Corbula venusta</i>	-23,560	100	26,229	300	2,930	1,000	4,861	1,000	4,861	2,712
21	<i>Crangon</i> sp.	3,163	-100	-1,794	13	0,328	0,148	0,507	-0,070	0,725	1,752
22	<i>Cryptodius kelleri</i>	-26,867	100	29,429	27	3,308	1,000	5,616	1,000	5,616	2,044
23	<i>Cumacea</i> fam. gen. sp.	0,569	5,102	3,701	60	3,604	0,000	7,207	0,000	7,207	2,084
24	<i>Cymatoica orientalis</i>	-16,831	100	19,707	60	2,161	1,000	3,322	1,000	3,322	1,896
25	<i>Edwardsia japonica</i>	-14,668	100	15,000	90	1,762	1,000	2,525	1,000	2,525	1,553
26	<i>Eumida sanguinea</i>	-2,807	27,752	5,914	54	1,864	1,000	2,729	0,260	3,469	2,703
27	<i>Gaetice depressus</i>	3,060	-100	-1,729	17	0,318	0,139	0,497	-0,079	0,715	2,183
28	<i>Glycera chirori</i>	-27,028	100	29,172	40	3,302	1,000	5,605	1,000	5,605	1,984
29	<i>Glycera tesselata</i>	-14,969	100	17,210	140	1,908	1,000	2,816	1,000	2,816	1,620
30	<i>Halosydnida</i> sp.	-12,022	100	14,490	180	1,579	1,000	2,158	1,000	2,158	2,436
31	<i>Heteromastus giganteus</i>	-21,436	100	23,667	100	2,658	1,000	4,316	1,000	4,316	2,697
32	<i>Isopoda</i> . fam. gen. sp.	3,893	-100	-1,899	180	0,376	0,187	0,565	-0,035	0,787	1,061
33	<i>Lanassa</i> sp.	-7,709	100	10,465	15	1,095	0,890	1,300	0,662	1,528	1,735
34	<i>Laonice cirrata</i>	-6,274	100	12,073	7800	1,105	0,790	1,420	0,539	1,671	1,677
35	<i>Liocyma fluctuosa</i>	-3,260	62,305	5,182	60	0,827	0,525	1,128	0,170	1,483	0,992
36	<i>Lumbrineris japonica</i>	-11,682	100	14,163	150	1,540	1,000	2,081	1,000	2,081	1,695
37	<i>Macoma calcarea</i>	-3,630	100	4,844	32	0,532	0,354	0,710	0,137	0,927	1,148

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
38	<i>Macoma incongrua</i>	0,592	10,868	3,266	40	1,468	0,000	2,936	0,000	2,936	2,018
39	<i>Melanochlamys diomedea</i>	-12,162	100	14,073	27	1,563	1,000	2,126	1,000	2,126	1,787
40	<i>Melinna elisabethae</i>	-10,160	100	15,362	360	1,522	1,000	2,043	0,985	2,058	1,787
41	<i>Menestho exaratiissima</i>	-16,076	100	18,374	390	2,040	1,000	3,080	1,000	3,080	2,048
42	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	-24,143	100	27,148	52	3,017	1,000	5,035	1,000	5,035	2,863
43	<i>Monoculodes</i> sp.	-27,398	100	28,613	54	3,291	1,000	5,583	1,000	5,583	1,956
44	<i>Mya arenaria</i>	-20,950	100	22,227	40	2,546	1,000	4,093	1,000	4,093	2,165
45	<i>Mya pseudoarenaria</i>	-29,045	100	29,618	90	3,445	1,000	5,891	1,000	5,891	2,195
46	<i>Mya truncata</i>	-39,788	100	38,384	36	4,578	1,000	8,156	1,000	8,156	2,228
47	<i>Myxicola</i> sp.	-4,380	100	6,165	80	0,652	0,467	0,838	0,246	1,058	1,856
48	<i>Nassarius multigranosus</i>	-23,298	100	25,280	80	2,860	1,000	4,720	1,000	4,720	1,940
49	<i>Neomysis</i> sp.	-8,423	100	10,259	29	1,125	0,938	1,311	0,718	1,532	1,587
50	<i>Nephtys caeca</i>	-2,167	55,327	4,423	30	0,731	0,381	1,082	0,000	1,463	0,906
51	<i>Nephtys</i> sp.	-2,731	53,650	3,895	47	0,757	0,426	1,087	0,023	1,491	1,328
52	<i>Nereididae</i> gen. sp.	-10,800	100	12,500	55	1,393	1,000	1,785	0,989	1,796	2,145
53	<i>Nereis vexillosa</i>	-33,011	100	32,910	41	3,867	1,000	6,733	1,000	6,733	3,177
54	<i>Nereis zonata</i>	-11,896	100	14,181	55	1,554	1,000	2,108	1,000	2,108	1,696
55	<i>Nicolea</i> sp.	-12,283	100	13,996	55	1,566	1,000	2,131	1,000	2,131	1,964
56	<i>Nothria</i> sp.	3,266	-100	-2,133	9	0,353	0,176	0,530	-0,040	0,747	1,143
57	<i>Onuphis</i> sp.	-8,014	100	10,096	66	1,091	0,901	1,282	0,678	1,504	1,000
58	<i>Pacifoculodes breviops</i>	2,795	-100	-1,710	5	0,301	0,125	0,478	-0,091	0,694	1,501
59	<i>Paradialychone cincta</i>	-48,872	100	47,041	14000	5,608	1,000	10,216	0,944	10,271	5,461
60	<i>Phoronopsis harmeri</i>	-34,578	100	33,889	6600	4,015	1,000	7,029	1,000	7,029	2,482
61	<i>Polydora</i> sp.	-9,351	100	11,772	3100	1,266	1,000	1,532	0,844	1,689	2,476

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
62	<i>Polynoidae gen. sp.</i>	-4,268	100	5,943	20	0,633	0,449	0,817	0,229	1,036	1,555
63	<i>Praxillella</i> sp.	-7,412	100	9,749	1700	1,036	0,840	1,232	0,616	1,456	1,537
64	<i>Prionospio malmgreni</i>	-48,915	100	46,998	90	5,608	1,000	10,216	0,910	10,306	3,379
65	<i>Prionospio nova</i>	-2,550	100	4,459	190	0,447	0,259	0,634	0,038	0,856	1,272
66	<i>Prionospio</i> sp.	4,301	-100	-2,643	141	0,443	0,260	0,627	0,040	0,846	1,369
67	<i>Protomediea epimerata</i>	-4,222	100	6,162	340	0,643	0,455	0,831	0,233	1,052	1,513
68	<i>Protomediea microdactyla</i>	-0,475	100	2,321	24	0,202	0,016	0,389	-0,205	0,610	0,910
69	<i>Protomediea popovi</i>	4,613	-100	-2,587	230	0,458	0,268	0,648	0,046	0,870	2,031
70	<i>Protomediea</i> sp.	3,153	-100	-1,716	130	0,323	0,142	0,503	-0,076	0,721	1,401
71	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	4,255	-100	-2,359	140	0,424	0,237	0,611	0,016	0,832	2,000
72	<i>Raeta pulchella</i>	-1,193	15,836	4,493	390	2,125	0,736	3,514	0,000	4,249	1,945
73	<i>Serripes groenlandicus</i>	-2,003	100	3,654	9	0,368	0,185	0,552	-0,034	0,771	1,124
74	<i>Siliqua alta</i>	-8,248	100	10,829	27	1,147	0,946	1,349	0,720	1,575	0,957
75	<i>Solen krusensterni</i>	-1,084	100	2,729	13	0,261	0,078	0,445	-0,141	0,664	1,044
76	<i>Sphaerodoridium minutum</i>	-17,019	100	18,274	14	2,089	1,000	3,178	1,000	3,178	2,463
77	<i>Spiophanes berkeleyorum</i>	-14,521	100	15,862	60	1,804	1,000	2,607	1,000	2,607	1,585
78	<i>Sternaspis scutata</i>	-2,398	67,926	3,945	90	0,582	0,314	0,850	0,000	1,164	0,905
79	<i>Synidotea cinerea</i>	-23,395	71,876	23,017	5	3,788	1,000	6,577	1,000	6,577	2,991
80	<i>Tetrarca boucardi</i>	-16,289	100	18,614	1100	2,066	1,000	3,132	1,000	3,132	2,153
81	<i>Tritodynamia rathbunae</i>	-27,757	100	29,669	47	3,374	1,000	5,747	1,000	5,747	1,625
82	<i>Westwoodilla rectangularis</i>	-2,788	100	4,689	40	0,474	0,287	0,662	0,066	0,883	1,421
83	<i>Yoldia keppeliana</i>	-4,304	100	5,512	25	0,610	0,432	0,788	0,215	1,004	1,236
84	<i>Yoldia</i> sp.	-10,660	100	12,956	100	1,411	1,000	1,822	0,992	1,830	1,398

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Биомасса											
1	<i>Acila insignis</i>	2,995	-100	-1,927	940	0,326	0,149	0,502	-0,067	0,718	1,611
2	<i>Alveinus ojianus</i>	4,309	-100	-2,311	10	0,424	0,235	0,613	0,013	0,835	1,583
3	<i>Ampharete acutifrons</i>	-10,105	100	12,384	10	1,345	1,000	1,691	0,927	1,764	1,420
4	<i>Ampharetidae</i> gen. sp.	-2,565	100	4,369	15	0,443	0,257	0,628	0,036	0,849	1,083
5	<i>Amphiodia periercta</i>	-2,964	76,456	4,383	6	0,598	0,362	0,834	0,077	1,119	0,894
6	<i>Amphipoda</i> fam. gen. sp.	3,777	-100	-2,245	2	0,390	0,208	0,571	-0,011	0,790	1,586
7	<i>Arcuatula senhousia</i>	-24,789	100	27,063	35	3,050	1,000	5,100	1,000	5,100	1,805
8	<i>Asterias amurensis</i>	-24,454	100	27,492	2600	3,055	1,000	5,111	1,000	5,111	3,258
9	<i>Balanus rostratus</i>	-16,158	100	18,485	12000	2,051	1,000	3,102	1,000	3,102	1,866
10	<i>Bela erosa</i>	-1,768	100	3,051	15	0,320	0,141	0,498	-0,076	0,716	1,611
11	<i>Brada</i> sp.	-16,626	100	18,663	12	2,088	1,000	3,177	1,000	3,177	1,886
12	<i>Caprellidae</i> gen. sp.	2,134	-100	-1,127	1,4	0,229	0,054	0,405	-0,162	0,621	0,648
13	<i>Carinomella</i> sp.	-6,550	100	9,105	0,5	0,949	0,748	1,149	0,522	1,375	0,835
14	<i>Cerebratulus marginatus</i>	-1,264	18,063	4,298	45	1,827	0,651	3,004	0,000	3,655	1,720
15	<i>Cerebratulus</i> sp.	-11,943	74,943	13,665	17	2,024	1,000	3,047	1,000	3,047	1,665
16	<i>Chaetozone setosa</i>	-33,330	100	33,046	120	3,893	1,000	6,786	1,000	6,786	2,100
17	<i>Chone</i> sp.	-6,220	100	8,328	2,7	0,885	0,693	1,076	0,471	1,298	1,692
18	<i>Cirratulus cirratus</i>	-37,600	100	37,199	600	4,382	1,000	7,764	1,000	7,764	2,984
19	<i>Cistenides granulata</i>	-27,816	100	29,831	10	3,386	1,000	5,773	1,000	5,773	1,603
20	<i>Cistenides hyperborea</i>	-19,391	100	22,058	27	2,446	1,000	3,892	1,000	3,892	1,711
21	<i>Corbula venusta</i>	-0,301	12,420	4,687	40	2,371	0,310	4,433	0,000	4,743	2,358
22	<i>Crangon</i> sp.	4,249	-100	-2,297	5	0,420	0,232	0,608	0,010	0,830	1,520
23	<i>Cryptodius kelleri</i>	-26,785	100	29,165	0,08	3,288	1,000	5,576	1,000	5,576	2,015

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
24	<i>Cryptonatica janthostoma</i>	-8,052	100	11,226	135	1,159	0,943	1,375	0,711	1,607	1,446
25	<i>Cymatoica orientalis</i>	-16,720	100	19,036	2500	2,116	1,000	3,231	1,000	3,231	1,896
26	Decapoda fam. gen. sp.	-13,281	100	15,966	80	1,738	1,000	2,476	1,000	2,476	1,955
27	<i>Diastylis goodsiri</i>	-15,083	100	17,405	3,6	1,926	1,000	2,852	1,000	2,852	2,129
28	<i>Diastylis</i> sp.	-2,768	100	3,765	30	0,419	0,244	0,595	0,028	0,811	0,648
29	<i>Diastylopsis dawsoni</i>	-16,617	100	17,964	7	2,047	1,000	3,095	1,000	3,095	1,905
30	<i>Echinocardium cordatum</i>	2,719	-100	-1,955	1200	0,311	0,138	0,485	-0,077	0,700	0,928
31	<i>Edwardsia japonica</i>	-8,970	74,947	10,682	50	1,562	1,000	2,124	1,000	2,124	1,533
32	<i>Eteone spetsbergensis</i>	3,790	-100	-2,950	10	0,431	0,257	0,606	0,042	0,821	1,473
33	<i>Eulalia bilineata</i>	-10,422	100	12,783	35	1,387	1,000	1,774	0,966	1,808	1,934
34	<i>Felaniella usta</i>	-1,817	100	2,593	0,9	0,296	0,122	0,470	-0,093	0,685	0,589
35	Gastropoda fam. gen. sp.	-4,944	100	7,701	55	0,774	0,569	0,980	0,341	1,207	1,058
36	<i>Glycinde armigera</i>	-10,319	100	12,853	35	1,385	1,000	1,770	0,959	1,811	1,977
37	<i>Halosydnida</i> sp.	-12,513	100	13,987	10	1,578	1,000	2,157	1,000	2,157	2,191
38	Holothuroidea fam. gen. sp.	-23,984	100	26,963	1,4	2,997	1,000	4,995	1,000	4,995	3,562
39	<i>Laonice cirrata</i>	-7,825	100	10,216	35	1,087	0,890	1,284	0,666	1,509	1,692
40	<i>Leukoma jedoyensis</i>	-12,557	100	15,464	700	1,667	1,000	2,333	1,000	2,333	1,451
41	<i>Liocyma fluctuosa</i>	-4,594	100	6,874	21	0,706	0,511	0,900	0,287	1,124	0,992
42	<i>Lumbrineris japonica</i>	-1,120	16,068	5,249	22	2,341	0,805	3,876	0,000	4,682	1,695
43	<i>Macoma incongrua</i>	-19,354	100	22,008	450	2,441	1,000	3,882	1,000	3,882	1,657
44	<i>Macoma nipponica</i>	-36,219	100	36,905	112	4,285	1,000	7,570	1,000	7,570	2,248
45	<i>Macoma</i> sp.	-14,189	100	16,754	1400	1,836	1,000	2,673	1,000	2,673	2,552
46	<i>Macoma tokyoensis</i>	-11,386	100	13,268	500	1,471	1,000	1,942	1,000	1,942	1,332
47	<i>Magelona pacifica</i>	-11,024	100	13,749	7	1,478	1,000	1,956	1,000	1,956	1,451

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
48	<i>Maldane sarsi</i>	-3,644	28,615	5,486	350	1,892	1,000	2,784	0,469	3,315	1,943
49	<i>Melinna elisabethae</i>	-4,942	53,523	7,393	20	1,378	1,000	1,756	0,587	2,169	1,712
50	<i>Melita</i> sp.	4,592	-100	-2,529	9	0,453	0,263	0,644	0,041	0,866	1,562
51	<i>Menestho exaratissima</i>	-15,336	93,479	17,279	7,3	2,065	1,000	3,131	1,000	3,131	2,048
52	<i>Monoculodes diamesus</i>	-16,118	99,237	17,145	0,12	1,986	1,000	2,972	1,000	2,972	2,060
53	<i>Mya japonica</i>	-1,895	100	7,688	50	0,596	0,282	0,911	0,030	1,162	1,772
54	<i>Mya</i> sp.	-1,107	14,120	4,872	44	2,498	0,839	4,158	0,000	4,997	1,648
55	<i>Mya truncata</i>	-39,776	100	38,393	360	4,578	1,000	8,156	1,000	8,156	2,135
56	<i>Mya uzenensis</i>	-39,748	100	38,345	100	4,573	1,000	8,147	1,000	8,147	3,078
57	<i>Myxicola</i> sp.	-4,457	100	6,962	8	0,703	0,503	0,902	0,278	1,128	1,856
58	<i>Nassarius multigranosus</i>	-19,414	100	22,062	125	2,448	1,000	3,895	1,000	3,895	1,940
59	<i>Nemertea</i> fam. gen. sp.	-15,371	100	17,776	390	1,964	1,000	2,928	1,000	2,928	2,061
60	<i>Neomysis</i> sp.	-8,072	100	10,608	0,27	1,124	0,924	1,325	0,698	1,550	1,436
61	<i>Nephtys caeca</i>	5,911	-100	-3,662	80	0,596	0,402	0,790	0,178	1,013	0,906
62	<i>Nereididae</i> gen. sp.	-10,145	100	12,778	9	1,371	1,000	1,741	0,942	1,800	2,051
63	<i>Nereis vexillosa</i>	-32,998	100	32,914	7	3,866	1,000	6,732	1,000	6,732	3,177
64	<i>Nicolea</i> sp.	-11,939	100	14,141	4	1,554	1,000	2,108	1,000	2,108	1,964
65	<i>Notomastus latericeus</i>	-51,215	100	49,771	51	5,902	1,000	10,805	1,000	10,805	2,743
66	<i>Oenopota</i> sp.	-3,656	100	5,830	4	0,591	0,398	0,783	0,175	1,006	2,441
67	<i>Onuphis</i> sp.	-20,948	100	23,335	8	2,611	1,000	4,221	1,000	4,221	1,000
68	<i>Orchomenella</i> sp.	0,123	-100	0,878	0,18	0,040	-0,098	0,178	-0,312	0,392	1,296
69	<i>Paradialychone cincta</i>	-48,928	100	46,999	27	5,609	1,000	10,217	0,910	10,307	5,327
70	<i>Paradorippe granulata</i>	-37,592	100	37,222	58	4,383	1,000	7,766	1,000	7,766	2,432
71	<i>Pherusa plumosa</i>	-7,937	26,158	10,367	125	4,102	1,000	7,204	1,000	7,204	2,127

Продолжение таблицы А.3

№	Таксон	Коэффициенты модели			M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
72	<i>Philine orientalis</i>	-15,530	100	16,467	40	1,897	1,000	2,795	1,000	2,795	2,515
73	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	-11,224	100	13,773	100	1,491	1,000	1,982	1,000	1,982	1,412
74	<i>Pinnixa rathbuni</i>	-40,487	100	39,397	12	4,677	1,000	8,355	1,000	8,355	2,032
75	<i>Polydora</i> sp.	-7,785	100	11,170	140	1,140	0,918	1,363	0,685	1,596	2,476
76	<i>Praxillella gracilis</i>	-3,433	86,330	4,955	32	0,604	0,394	0,814	0,140	1,068	1,257
77	<i>Praxillella praetermissa</i>	-5,545	100	7,121	22	0,775	0,593	0,958	0,374	1,177	1,042
78	<i>Priapulus caudatus</i>	-36,608	100	36,253	110	4,270	1,000	7,539	1,000	7,539	2,513
79	<i>Prionospio malmgreni</i>	-48,688	100	47,205	2,8	5,607	1,000	10,213	0,854	10,359	3,379
80	<i>Prionospio nova</i>	-2,550	100	4,459	190	0,447	0,259	0,634	0,038	0,856	1,272
81	<i>Prionospio</i> sp.	-13,508	100	16,279	20	1,769	1,000	2,538	1,000	2,538	1,369
82	<i>Protocallithaca adamsi</i>	-16,595	100	18,473	3200	2,076	1,000	3,151	1,000	3,151	2,026
83	<i>Protomediea popovi</i>	4,629	-100	-2,524	2,3	0,455	0,264	0,646	0,042	0,869	2,004
84	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	4,256	-100	-2,359	140	0,424	0,237	0,611	0,016	0,832	2,000
85	<i>Raeta pulchella</i>	-11,871	100	14,642	180	1,579	1,000	2,158	1,000	2,158	1,964
86	<i>Siliqua alta</i>	-0,360	100	2,513	50	0,207	0,015	0,399	-0,208	0,622	0,730
87	<i>Solen krusensterni</i>	-1,099	100	3,149	25	0,287	0,096	0,477	-0,126	0,699	1,044
88	<i>Sphaerodорidium minutum</i>	-16,640	100	18,587	0,27	2,085	1,000	3,170	1,000	3,170	2,463
89	<i>Sternaspis scutata</i>	-4,134	100	5,682	34	0,610	0,428	0,792	0,209	1,011	0,905
90	Terebellidae gen. sp.	-2,429	100	4,297	60	0,430	0,244	0,617	0,023	0,838	1,558
91	<i>Tetrarca boucardi</i>	-15,703	100	17,714	4300	1,980	1,000	2,960	1,000	2,960	2,153
92	<i>Theora lubrica</i>	-51,201	100	49,758	53	5,901	1,000	10,801	1,000	10,801	2,470
93	<i>Westwoodilla rectangulata</i>	4,689	-100	-2,678	0,13	0,468	0,278	0,657	0,056	0,879	1,421
94	<i>Yoldia johanni</i>	4,301	-100	-2,471	80	0,433	0,247	0,619	0,026	0,840	1,398
95	<i>Yoldia keppeliana</i>	-3,971	100	5,373	25	0,582	0,402	0,762	0,185	0,980	1,170
96	<i>Yoldia</i> sp.	-2,293	100	4,318	28	0,424	0,234	0,613	0,012	0,835	1,398

Таблица А.4 – Основные параметры НОФ моделей V типа

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Встречаемость												
1	<i>Amphipoda fam. gen. sp.</i>	0,799	5,508	1,693	100,0	1	0,603	0,243	1,000	0,000	1,000	1,586
2	<i>Cerebratulus marginatus</i>	1,392	4,399	2,365	100,0	1	0,693	0,324	1,000	0,069	1,000	1,687
3	<i>Chaetozone setosa</i>	-80,262	100,0	2,780	5,472	1	8,837	5,751	5,751	1,000	1,429	2,952
4	<i>Cistenides granulata</i>	-1,110	13,787	2,981	9,107	1	1,258	0,000	1,000	0,000	1,000	1,628
5	<i>Diastylis alaskensis</i>	-42,307	100,0	2,740	2,580	1	4,511	1,853	1,853	0,000	1,000	2,100
6	<i>Dipolydora cardalia</i>	-47,429	100,0	1,679	4,354	1	5,091	2,620	2,620	0,000	1,000	2,242
7	<i>Ennucula tenuis</i>	-45,932	100,0	1,103	2,882	1	4,876	1,329	1,329	0,000	1,000	2,078
8	<i>Eteone longa</i>	-44,311	100,0	3,030	3,591	1	4,780	2,798	2,798	0,000	1,000	2,229
9	<i>Eteone</i> sp.	-71,906	100,0	2,249	1,686	1	7,883	3,496	3,496	0,000	1,000	2,239
10	<i>Gaetice depressus</i>	0,166	4,573	2,676	5,731	1	3,970	0,102	1,000	0,000	1,000	2,183
11	<i>Glycera capitata</i>	-71,426	100,0	1,269	2,977	1	7,796	3,473	3,473	0,000	1,000	2,314
12	<i>Glycera chirori</i>	-28,816	100,0	3,821	4,736	1	3,028	1,617	1,617	0,000	1,000	1,984
13	<i>Harmothoe imbricata</i>	-33,949	100,0	3,536	5,691	1	3,636	2,373	2,373	0,000	1,000	2,206
14	<i>Harmothoe</i> sp.	0,565	3,216	2,352	4,483	1	4,827	0,000	1,000	0,000	1,000	2,232
15	<i>Lanassa</i> sp.	2,394	4,149	2,678	100,0	1	0,724	0,359	1,000	0,103	1,000	1,700
16	<i>Macoma</i> sp.	-71,621	100,0	2,597	3,295	1	7,900	5,196	5,196	0,000	1,000	2,503
17	<i>Magelona longicornis</i>	-47,897	100,0	2,145	1,954	1	5,117	1,430	1,430	0,000	1,000	2,084
18	<i>Magelona pacifica</i>	0,962	10,325	4,347	84,270	1	0,935	0,596	1,000	0,295	1,000	1,451
19	<i>Mediomastus californiensis</i>	-38,549	100,0	3,412	4,229	1	4,137	2,498	2,498	0,000	1,000	2,227
20	<i>Melanochlamys diomedea</i>	-2,553	21,832	4,369	19,641	1	1,861	0,943	1,000	0,000	1,000	1,787
21	<i>Melinna elisabethae</i>	0,628	5,666	2,826	70,757	1	0,956	0,494	1,000	0,136	1,000	1,690
22	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	-57,684	100,0	4,315	5,429	1	6,377	4,993	4,993	1,000	1,571	2,863
23	<i>Monoculodes</i> sp.	-29,734	100,0	3,361	3,936	1	3,110	1,409	1,409	0,000	1,000	1,956

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
24	<i>Mya arenaria</i>	-0,824	14,614	5,364	22,436	2	2,611	1,539	1,539	0,256	1,000	2,165
25	<i>Mya pseudoarenaria</i>	-30,909	100,0	3,872	6,726	1	3,307	2,240	2,240	0,000	1,000	2,195
26	<i>Myxicola</i> sp.	-2,354	18,559	4,146	15,636	1	2,008	0,891	1,000	0,000	1,000	1,865
27	<i>Nephtys</i> sp.	0,618	9,384	1,668	100,0	1	0,536	0,220	1,000	0,000	1,000	1,328
28	<i>Nereis vexillosa</i>	-3,703	14,562	7,417	19,560	2	4,182	3,091	3,091	1,000	1,824	3,177
29	<i>Nereis zonata</i>	-2,007	17,862	3,605	12,779	1	1,653	0,429	1,000	0,000	1,000	1,696
30	<i>Nicolea</i> sp.	0,396	12,030	10,896	100	1	1,553	1,268	1,268	1,000	1,014	1,964
31	<i>Notomastus latericeus</i>	-71,326	100	2,475	6,135	1	7,789	4,732	4,732	0,802	1,000	2,787
32	<i>Obelia longissima</i>	-2,354	18,559	4,146	15,636	1	2,008	0,891	1,000	0,000	1,000	1,865
33	<i>Pherusa plumosa</i>	-61,910	100	2,233	1,445	1	6,712	1,846	1,846	0,000	1,000	2,175
34	<i>Pholoe minuta</i>	-62,029	100	2,147	0,965	1	6,682	0,000	1,000	0,000	1,000	2,108
35	<i>Phoronopsis harmeri</i>	-71,534	100	2,185	3,274	1	7,868	4,812	4,812	0,000	1,000	2,457
36	<i>Prionospio malmgreni</i>	-57,211	100	5,014	8,193	1	6,346	5,254	5,254	1,000	2,865	3,379
37	<i>Protocallithaca adamsi</i>	1,266	1,877	3,418	100	1	0,922	0,466	1,000	0,207	1,000	2,026
38	<i>Protomediea epimerata</i>	-0,428	12,743	2,485	8,669	1	0,778	0,000	1,000	0,000	1,000	1,513
39	<i>Protomediea popovi</i>	-2,609	15,058	3,864	10,332	1	2,334	0,868	1,000	0,000	1,000	2,006
40	<i>Scalibregma inflatum</i>	-47,330	100	1,132	3,944	1	5,043	1,950	1,950	0,000	1,000	2,155
41	<i>Schistomeringos japonica</i>	-93,814	100	3,219	11,396	1	9,927	3,756	3,756	1,000	1,428	3,554
42	<i>Scolelepis</i> sp.	-2,127	13,424	2,934	9,554	1	2,070	0,488	1,000	0,000	1,000	1,880
43	<i>Sigambra bassi</i>	-1,018	4,158	1,984	24,857	1	2,155	0,920	1,000	0,000	1,000	2,186
44	<i>Spiophanes berkeleyorum</i>	-18,984	100	4,365	17,715	1	2,033	1,530	1,530	0,485	1,000	1,585
45	<i>Synandwakia</i> sp.	-2,747	29,005	12,495	100	1	1,634	1,396	1,396	1,000	1,142	1,795
46	<i>Synidotea cinerea</i>	-34,595	100	6,639	17,064	1	3,833	3,299	3,299	1,000	2,199	2,991
47	<i>Theora lubrica</i>	-1,461	5,947	3,061	8,147	2	4,405	2,001	2,001	0,000	1,000	2,520

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Плотность												
1	<i>Acila insignis</i>	-0,380	33,035	3,128	38,446	780	0,717	0,158	1,000	0,000	1,000	1,590
2	<i>Ampharetidae</i> gen. sp.	-12,965	100	15,546	100	120	1,695	1,494	1,494	1,000	1,268	1,083
3	<i>Amphiodia fissa</i>	-9,792	100	3,759	21,137	540	1,006	0,585	1,000	0,000	1,000	1,247
4	<i>Aphelochaeta pacifica</i>	-24,526	32,251	4,954	7,784	6500	8,060	6,384	6,384	1,000	3,659	2,981
5	<i>Aricidea catherinae</i>	-1,608	34,888	4,354	26,773	380	0,867	0,219	1,000	0,000	1,000	1,698
6	<i>Byblis</i> sp.	-2,105	96,364	3,451	87,389	550	0,371	0,172	0,570	0,804	0,804	0,486
7	<i>Capitellidae</i> gen. sp.	-11,651	74,128	16,029	89,772	720	2,045	1,822	1,822	1,000	1,561	2,208
8	<i>Carinomella</i> sp.	-6,566	100	9,440	100	20	0,969	0,761	1,000	0,532	1,000	1,123
9	<i>Cheilonereis cyclurus</i>	1,778	0,156	30,975	100	110	4,404	3,684	3,684	1,000	3,419	3,992
10	<i>Crassicornophium crassicornis</i>	-1,870	100	3,829	100	3600	0,371	0,182	0,559	0,781	0,781	1,529
11	<i>Diastylis goodsiri</i>	1,830	4,111	3,310	4,513	70	3,629	0,000	1,000	0,000	1,000	2,196
12	<i>Dipolydora cardalia</i>	0,147	10,445	4,221	13,745	15000	2,846	0,941	1,000	0,000	1,000	2,242
13	<i>Eteone longa</i>	1,257	5,355	3,099	7,786	200	3,713	0,359	1,000	0,000	1,000	2,229
14	<i>Eulalia bilineata</i>	-2,433	20,519	5,170	16,441	430	1,993	0,889	1,000	0,000	1,000	1,913
15	<i>Glycinde armigera</i>	-1,228	20,093	3,126	15,811	110	1,131	0,075	1,000	0,000	1,000	1,993
16	<i>Goniada maculata</i>	1,164	7,141	0,856	100	200	0,464	0,133	1,000	1,000	1,000	1,594
17	<i>Harmothoe</i> sp.	0,805	3,757	2,531	5,224	10	4,320	0,000	1,000	0,000	1,000	2,232
18	<i>Macoma scarlatoi</i>	-43,112	100	22,296	55,654	65	4,862	4,566	4,566	1,000	4,176	4,077
19	<i>Mactra chinensis</i>	-8,218	100	10,863	100	58	1,148	0,945	1,000	0,718	1,000	1,304
20	<i>Magelona longicornis</i>	-0,379	7,663	3,966	10,152	120	3,762	1,441	1,441	0,000	1,000	2,084
21	<i>Magelona pacifica</i>	-7,765	80,639	12,642	100	310	1,415	1,190	1,190	0,938	1,000	1,451
22	<i>Maldanidae</i> gen. sp.	0,295	-100	2,154	-17,379	590	0,266	0,006	0,742	1,000	1,000	1,377

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
23	<i>Melita</i> sp.	0,763	13,715	3,200	16,840	144	1,485	0,000	1,000	0,000	1,000	1,562
24	<i>Mya</i> sp.	-2,357	100	4,263	100	140	0,424	0,237	0,612	0,833	0,833	1,729
25	<i>Mya uzenensis</i>	-1,236	8,040	5,125	12,242	47	4,618	2,765	2,765	0,576	1,000	3,078
26	<i>Nemertea</i> fam. gen. sp.	-0,694	13,119	3,144	12,479	380	1,677	0,124	1,000	0,000	1,000	2,058
27	<i>Nereis longior galinae</i>	-7,070	33,267	11,470	40,322	80	3,101	2,552	2,552	1,000	1,937	2,456
28	<i>Obelia longissima</i>	-2,738	35,723	6,705	53,070	5	1,453	1,043	1,043	0,561	1,000	1,851
29	<i>Owenia fusiformis</i>	1,820	-100	0,824	-34,731	400	0,352	0,121	0,657	1,000	1,000	1,709
30	<i>Paranaitis polynoides</i>	1,259	21,329	2,509	100	45	0,500	0,249	0,916	0,000	1,000	1,085
31	<i>Pherusa plumosa</i>	-41,989	100	5,236	7,693	125	4,613	3,680	3,680	1,000	1,348	2,175
32	<i>Philine orientalis</i>	4,010	1,101	0,268	15,362	400	2,190	0,138	1,000	0,000	1,000	2,493
33	<i>Philinopsis gigliolii</i>	-0,368	10,598	3,684	12,344	81	2,499	0,632	1,000	0,000	1,000	1,875
34	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	-5,816	64,331	10,553	84,308	290	1,407	1,143	1,143	0,841	1,000	1,412
35	<i>Phyllodoce</i> sp.	-17,628	100	7,797	32,634	40	1,987	1,674	1,674	1,000	1,120	1,559
36	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	-3,282	68,836	14,229	100	50	1,601	1,291	1,291	0,807	1,000	1,477
37	<i>Praxillella praetermissa</i>	-6,905	100	5,359	45,047	980	0,801	0,539	1,000	0,128	1,000	1,042
38	<i>Protocallithaca adamsi</i>	-1,418	18,831	4,648	17,155	190	1,797	0,593	1,000	0,000	1,000	2,026
39	<i>Schistomerings japonica</i>	-6,949	9,271	5,994	8,340	2100	8,443	6,467	6,467	1,000	3,942	3,554
40	<i>Sigambra bassi</i>	1,331	3,949	5,194	43,600	430	2,073	1,373	1,373	0,793	1,000	2,186
41	<i>Sipuncula</i> fam. gen. sp.	-0,647	20,552	4,910	27,523	90	1,781	0,872	1,000	0,000	1,000	1,603
42	<i>Spionidae</i> gen. sp.	2,812	6,016	0,975	100	390	0,478	0,146	1,000	1,000	1,000	1,604
43	<i>Terebellidae</i> gen. sp.	-2,596	100	4,281	100	60	0,439	0,255	0,623	0,843	0,843	1,483
44	<i>Theora lubrica</i>	-51,098	100	49,763	100	560	5,895	5,716	5,716	1,000	5,498	2,520
45	<i>Yoldia johanni</i>	-0,622	13,177	2,831	7,930	40	0,761	0,000	1,000	0,000	1,000	1,398

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Биомасса												
1	<i>Ampharete sibirica</i>	-8,942	100	9,040	63,902	1100	1,130	0,897	1,000	0,590	1,000	1,712
2	<i>Amphiodia fissa</i>	-5,822	80,884	5,084	49,083	190,0	0,876	0,594	1,000	0,198	1,000	1,247
3	<i>Aphroditidae</i> gen. sp.	0,901	15,278	6,239	100	1,7	0,978	0,709	1,000	0,454	1,000	1,473
4	<i>Aricidea catherinae</i>	-3,838	100	5,658	100	12,0	0,591	0,405	0,777	0,185	0,998	1,658
5	<i>Ascidia</i> fam. gen. sp.	-8,945	100	9,041	63,863	1100	1,130	0,897	1,000	0,590	1,000	1,760
6	<i>Byblis</i> sp.	-1,751	99,852	3,220	99,522	8,0	0,329	0,147	0,510	0,729	0,729	0,455
7	<i>Capitellidae</i> gen. sp.	-1,557	22,208	14,800	100	4,0	1,922	1,673	1,673	1,000	1,414	2,171
8	<i>Cerebratulus signatus</i>	2,820	-100	-1,445	-100	1,1	0,288	0,108	0,467	0,685	0,685	1,437
9	<i>Cirratulidae</i> gen. sp.	-6,690	67,712	10,935	79,659	1,0	1,491	1,209	1,209	0,897	1,000	1,899
10	<i>Crassicorniphium crassicornis</i>	-1,851	100	3,856	100	15,0	0,371	0,182	0,561	0,782	0,782	1,529
11	<i>Dipolydora cardalia</i>	4,338	-100	-2,324	-100	3500	0,427	0,237	0,616	0,838	0,838	2,221
12	<i>Eteone</i> sp.	-33,808	100	34,830	100	2,7	4,024	3,849	3,849	1,000	3,633	2,239
13	<i>Glycera chirori</i>	-0,570	13,878	6,133	19,880	12,0	3,205	1,841	1,841	0,215	1,000	2,125
14	<i>Harmothoe imbricata</i>	-2,724	100	4,572	100	1,0	0,464	0,277	0,650	0,871	0,871	0,885
15	<i>Heteromastus giganteus</i>	0,880	10,206	3,739	12,972	1,2	2,412	0,251	1,000	0,000	1,000	1,097
16	<i>Isopoda</i> . fam. gen. sp.	3,857	-100	-1,860	-100	28,0	0,372	0,183	0,561	0,783	0,783	1,288
17	<i>Lanassa</i> sp.	-13,454	100	16,168	100	1,0	1,760	1,555	1,555	1,000	1,328	1,648
18	<i>Lineidae</i> gen. sp.	1,035	5,428	2,943	7,652	12,0	3,483	0,164	1,000	0,000	1,000	1,466
19	<i>Macoma calcarea</i>	-7,674	47,267	8,927	36,529	1200	2,138	1,663	1,663	1,000	1,098	1,148
20	<i>Macoma scarlatoi</i>	-44,690	100	22,883	57,844	1100	4,964	4,604	4,604	1,000	4,199	4,077
21	<i>Mactra chinensis</i>	-8,218	100	10,863	100	58,0	1,148	0,945	1,000	0,718	1,000	1,304
22	<i>Magelona longicornis</i>	-2,042	13,345	4,499	10,709	7,0	2,622	0,965	1,000	0,000	1,000	2,016

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
23	<i>Maldanidae gen. sp.</i>	0,535	-100	1,901	-28,159	15,0	0,225	0,000	0,567	1,000	1,000	1,377
24	<i>Mediomastus californiensis</i>	1,856	8,172	4,705	11,049	15,0	3,927	1,009	1,009	0,000	1,000	2,166
25	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	-9,452	74,835	20,468	79,755	6500	2,625	1,747	1,747	1,000	1,311	2,048
26	<i>Monoculodes sp.</i>	-2,540	18,297	7,292	24,931	0,4	3,112	2,136	2,136	1,000	1,026	1,956
27	<i>Nereis longior galinae</i>	-7,069	36,626	9,268	32,978	2,6	2,669	2,077	2,077	1,000	1,413	2,456
28	<i>Ophiura sarsi</i>	-0,604	8,371	3,055	7,655	460,0	2,390	0,000	1,000	0,000	1,000	1,773
29	<i>Pacifoculodes zernovi</i>	4,007	-100	-2,964	-100	0,1	0,445	0,269	0,621	0,837	0,837	1,062
30	<i>Paranaitis polynoides</i>	-1,020	65,040	4,104	100	4,0	0,499	0,283	0,721	1,000	1,000	1,085
31	<i>Philine sp.</i>	-1,988	22,054	4,233	12,586	10,0	1,179	0,093	1,000	0,000	1,000	1,502
32	<i>Pholoe minuta</i>	0,517	5,725	5,001	9,812	4,0	5,660	3,096	3,096	0,000	1,000	2,108
33	<i>Phoronopsis harmeri</i>	-4,559	19,528	8,374	22,598	6800	3,807	2,809	2,809	1,000	1,717	2,447
34	<i>Phyllodoce sp.</i>	-14,770	95,571	15,663	89,469	1,2	1,935	1,733	1,733	1,000	1,491	1,559
35	<i>Polynoidae gen. sp. N.4</i>	-0,698	15,831	4,540	18,970	2,7	2,148	0,856	1,000	0,000	1,000	2,699
36	<i>Polynoidae gen. sp.</i>	-1,423	18,258	4,661	18,421	2,7	1,983	0,794	1,000	0,000	1,000	2,476
37	<i>Potamocorbula amurensis</i>	3,987	-100	-2,004	-100	1100	0,388	0,199	0,577	0,798	0,798	1,518
38	<i>Praxillella sp.</i>	-7,274	100	10,202	100	45,0	1,054	0,845	1,000	0,616	1,000	1,553
39	<i>Protomediea epimerata</i>	-4,184	100	6,229	100	5,1	0,645	0,454	0,835	0,232	1,000	1,513
40	<i>Sabellidae gen. sp.</i>	-0,999	19,903	3,353	12,197	2,4	0,785	0,000	1,000	0,000	1,000	1,960
41	<i>Scalibregma inflatum</i>	2,230	63,223	7,209	100	270,0	0,815	0,529	1,000	0,066	1,000	1,960
42	<i>Schistomeringos japonica</i>	-6,704	8,572	5,909	7,595	40,0	8,926	6,776	6,776	1,000	4,017	3,533
43	<i>Serripes groenlandicus</i>	-0,221	29,585	3,870	24,564	270,0	0,614	0,000	1,000	0,000	1,000	1,124
44	<i>Sigambra bassi</i>	-0,873	30,019	11,034	100	80,0	1,430	1,192	1,192	0,919	1,000	2,171
45	<i>Sipuncula fam. gen. sp.</i>	-7,604	56,535	11,199	61,804	28,0	1,928	1,577	1,577	1,000	1,192	1,603

Продолжение таблицы А.4

№	Таксон	Коэффициенты модели				<i>M</i>	Оптимум	Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>			нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
46	<i>Solenogastres fam. gen. sp.</i>	1,282	-100	0,870	-100	12,0	0,064	0,000	0,256	0,479	0,479	0,962
47	<i>Spionidae gen. sp.</i>	-0,451	14,910	2,790	10,010	9,0	0,722	0,000	1,000	0,000	1,000	1,593
48	<i>Spiophanes berkeleyorum</i>	-14,453	100	16,010	100	4,0	1,808	1,626	1,626	1,000	1,408	1,520
49	<i>Synidotea cinerea</i>	-13,073	45,708	31,188	100	0,7	3,723	3,503	3,503	1,000	3,245	2,991

Таблица А.5 – Основные параметры НОФ моделей VI типа

№	Таксон	Коэффициенты модели				M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Плотность																	
1	<i>Ennucula tenuis</i>	-1,390	11,769	4,165	0,000	410	0,040	2,780	-0,553	0,040	1,031	2,000	-0,906	0,040	0,040	2,010	2,078
2	<i>Mediomastus californiensis</i>	-2,519	100	4,583	29,309	790	0,040	0,452	-0,022	0,040	0,262	0,643	0,040	0,040	0,040	0,865	2,227
3	<i>Nephtys longosetosa</i>	1,245	-100	-0,486	-47,880	15	0,040	0,140	-0,064	0,040	0,040	0,314	-0,248	0,040	0,040	0,529	0,605
4	<i>Potamocorbula amurensis</i>	-2,014	100	3,977	-2,294	19000	0,040	0,388	-0,025	0,040	0,199	0,576	-0,022	0,040	0,040	0,798	1,518
Биомасса																	
1	<i>Glycera tesselata</i>	-15,538	100	16,855	-0,528	20	1,920	11,650	1,741	2,099	11,650	11,650	1,524	2,317	11,650	2,317	1,279
2	<i>Nereis</i> sp.	-93,715	99,976	87,709	0,001	50	10,579	11,650	10,255	10,904	11,650	9,450	10,002	11,156	11,650	10,002	2,872

Таблица А.6 – Основные параметры НОФ моделей VII типа

№	Таксон	Коэффициенты модели					M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d	e		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
Встречаемость																		
1	<i>Aricidea catherinae</i>	-12,265	73,985	11,497	1,828	-4,843	1	0,040	1,903	0,040	0,929	1,651	2,000	0,040	0,678	1,098	2,010	1,698
2	<i>Aricidea suecica</i>	-13,426	100	13,730	1,842	-5,347	1	0,040	1,616	0,040	0,800	1,438	1,792	-0,858	0,040	1,174	2,010	1,542
3	<i>Axinopsida subquadrata</i>	-17,325	81,679	13,379	3,763	-3,406	1	0,040	2,216	0,040	1,266	1,861	2,000	0,040	1,266	1,266	2,010	1,969
4	<i>Capitella capitata</i>	-12,866	12,791	7,076	-0,796	6,242	1	2,130	9,084	0,058	3,839	6,603	6,603	0,479	3,839	3,840	3,839	3,077
5	<i>Capitellidae</i> gen. sp.	-14,041	70,901	12,875	8,148	-1,324	1	0,040	2,242	0,040	1,101	1,953	2,000	0,040	1,101	1,101	2,010	2,032
6	<i>Cerebratulus</i> sp.	3,186	0,951	12,350	0,579	-100	1	0,040	11,65	0,040	5,077	7,737	7,737	0,040	5,483	11,650	5,483	1,769
7	<i>Cirratulidae</i> gen. sp.	3,993	5,918	-0,731	0,467	4,872	1	0,040	11,65	0,040	2,736	11,650	11,650	0,040	7,045	11,650	7,045	1,650
8	<i>Corbula venusta</i>	-16,812	29,253	15,073	1,578	-7,913	1	0,040	6,367	0,040	0,817	5,733	5,733	0,040	0,105	4,967	4,967	2,674
9	<i>Crangon amurensis</i>	3,538	2,733	-16,804	0,000	7,808	1	0,040	11,65	0,040	2,213	11,650	11,650	0,040	8,643	11,650	8,643	1,669
10	<i>Diastylis goodsiri</i>	-2,484	8,786	4,886	-0,599	8,232	1	0,040	4,799	0,040	1,227	1,696	2,000	0,040	1,227	1,227	2,010	2,196
11	<i>Edwardsia japonica</i>	-14,702	95,867	13,510	1,401	-7,666	1	0,040	1,747	0,040	0,926	1,555	1,938	0,040	0,043	1,263	2,010	1,553
12	<i>Glycera tesselata</i>	-15,535	100	16,192	2,585	-5,028	1	0,040	1,880	0,040	1,142	1,693	2,000	0,040	1,094	1,184	2,010	1,620
13	<i>Holothuroidea</i> fam. gen. sp.	0,328	5,728	2,770	0,063	-10,213	1	0,040	11,65	0,040	0,980	11,650	11,650	0,040	8,002	11,650	8,002	1,606
14	<i>Macoma nipponica</i>	-8,996	19,510	8,666	0,395	-15,533	1	0,040	5,295	0,040	0,441	4,415	4,415	0,040	0,538	3,302	3,302	2,670
15	<i>Nephtys longosetosa</i>	-24,706	100	27,981	0,630	-43,815	1	0,040	3,098	0,040	0,235	2,879	2,879	0,040	0,692	3,098	3,098	0,605
16	<i>Nereididae</i> gen. sp.	-71,273	100	60,964	16,344	-3,557	1	0,040	7,714	0,040	1,748	7,163	2,000	-1,010	0,040	6,894	2,010	2,145
17	<i>Polydora</i> sp.	-2,918	4,026	3,644	0,210	-4,421	1	0,040	9,442	0,040	1,731	4,782	4,782	0,040	1,731	1,731	2,010	2,476
18	<i>Priapulus caudatus</i>	-9,225	23,631	7,800	-0,369	16,290	1	0,382	4,222	-0,536	1,342	3,455	3,455	-0,499	1,299	2,441	2,441	2,513
19	<i>Spiophanes bombyx</i>	1,995	4,267	-5,089	0,396	-100	1	0,040	11,65	0,040	1,960	11,650	11,650	0,040	5,209	11,650	5,209	1,553
20	<i>Synidotea epimerata</i>	-63,987	-100	0,769	-0,716	-3,371	1	0,040	11,65	0,040	0,129	11,650	11,650	0,040	0,456	11,650	2,010	1,056
Плотность																		
1	<i>Ampharete sibirica</i>	-24,127	100	27,124	2,750	-7,890	4800	0,040	3,015	0,040	0,778	2,800	2,800	-0,030	0,040	2,552	2,552	1,918
2	<i>Ampharete</i> sp.	-16,411	100	18,151	4,673	-3,039	250	0,040	2,045	0,040	1,244	1,843	2,000	0,040	1,244	1,244	2,010	1,671
3	<i>Asterias amurensis</i>	-6,509	8,969	7,770	1,669	-2,506	45	0,040	9,257	0,040	2,992	7,188	7,188	0,040	2,992	2,992	2,992	3,196
4	<i>Axinopsida subquadrata</i>	2,753	-5,921	0,861	0,088	-100	250	0,642	11,65	-0,826	1,040	11,650	11,650	-1,010	6,824	11,650	6,824	1,878
5	<i>Capitella capitata</i>	-19,950	27,761	21,201	38,319	-0,436	3500	0,040	8,644	0,040	5,207	7,971	7,971	-1,010	0,040	6,948	6,948	3,077
6	<i>Diastylis alaskensis</i>	-4,833	30,067	8,736	1,104	-3,927	140	0,040	2,583	0,040	0,864	1,482	2,000	0,040	0,864	0,864	2,010	2,100
7	<i>Eteone</i> sp.	-3,946	9,783	6,641	1,867	-1,721	50	0,040	6,129	0,040	1,631	3,083	3,083	0,040	1,631	1,631	2,010	2,239
8	<i>Glycera</i> sp.	0,893	-3,776	22,674	0,334	-100	170	0,890	11,65	-0,938	1,271	11,650	11,650	-1,010	1,526	11,650	2,010	1,628
9	<i>Laonice</i> sp.	3,999	-100	-1,992	-100	-0,075	17	0,388	11,65	0,191	0,584	11,650	11,650	-0,079	0,854	11,650	2,010	1,497

Продолжение таблицы А.6

№	Таксон	Коэффициенты модели					M	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		a	b	c	d	e		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
10	<i>Macoma</i> sp.	-24,347	100	27,102	3,340	-6,640	250	0,040	3,026	0,040	0,919	2,815	2,815	0,040	0,465	2,552	2,552	2,503
11	<i>Macoma tokyoensis</i>	-9,715	78,885	10,967	0,508	-14,456	20	0,040	1,560	0,040	0,466	1,326	1,790	0,040	0,397	0,959	2,010	1,332
12	<i>Maldane sarsi</i>	-2,844	33,338	5,127	0,070	33,316	3900	0,040	1,834	-0,142	0,040	1,034	2,000	0,040	0,040	0,305	2,010	1,947
13	<i>Nereis</i> sp.	-51,540	18,765	19,458	17,792	-0,864	80	0,040	11,65	0,040	7,299	11,218	2,000	-1,010	0,040	10,083	2,010	2,892
14	<i>Notomastus latericeus</i>	-5,682	13,452	7,450	-0,603	11,328	950	0,040	5,704	0,040	1,054	4,315	4,315	0,040	2,051	2,052	2,051	2,787
15	<i>Onuphis iridescent</i>	-1,188	-31,215	1,601	-5,500	-8,113	280	0,040	11,65	-1,000	0,307	11,650	11,650	-1,010	0,934	11,650	2,010	1,033
16	<i>Ophelina acuminata</i>	1,958	-100	-0,351	-1,866	-2,670	36	0,173	11,65	-0,023	0,368	11,650	11,650	-0,384	0,673	11,650	2,010	0,836
17	<i>Orchomenella</i> sp.	0,859	-100	-0,247	-7,776	-8,136	54	0,040	0,104	-0,082	0,040	0,040	0,277	-0,283	0,040	0,040	0,492	1,296
18	<i>Polynoidae</i> gen. sp. N.4	-83,548	100	82,193	-0,616	95,758	14	2,704	9,661	2,507	2,903	9,482	2,704	2,665	2,744	9,264	2,744	4,363
19	<i>Priapulus caudatus</i>	-25,769	70,302	26,007	11,313	-1,973	60	0,040	4,315	0,040	3,047	4,061	4,061	-1,010	0,040	3,680	3,680	2,513
20	<i>Sabellidae</i> gen. sp.	4,129	-19,745	-1,463	0,551	-11,016	35	1,684	9,070	0,655	2,714	8,005	8,005	0,425	2,945	6,760	6,760	1,915
21	<i>Scalibregma inflatum</i>	-1,177	10,962	4,829	-0,064	10,565	800	2,842	11,65	0,670	5,024	11,650	11,650	-1,010	7,221	11,650	7,221	2,155
22	<i>Scolelepis</i> sp.	-10,538	-100	12,362	0,153	-100	210	0,040	0,489	-0,780	0,040	0,303	0,675	-0,883	0,040	0,082	0,896	1,880
23	<i>Scoletoma longifolia</i>	-5,611	41,596	6,620	36,969	-0,090	2400	0,040	1,747	-0,769	0,040	1,250	2,000	-0,769	0,040	0,040	2,010	1,878
24	<i>Solenogastres</i> fam. gen. sp.	1,654	-100	0,022	-1,092	-4,078	63	0,133	11,65	-0,067	0,331	11,650	11,650	-0,634	0,655	11,650	2,010	0,962
25	<i>Spiophanes bombyx</i>	32,473	100	-0,223	0,427	8,679	1220	0,944	11,65	0,126	1,248	11,650	11,650	-1,010	1,502	11,650	2,010	1,579
26	<i>Westwoodilla</i> sp.	2,649	100	-88,052	-11,991	0,701	40	0,040	11,65	0,040	11,650	11,650	11,650	0,040	0,279	11,650	11,650	1,709

Биомасса

17	<i>Anonyx</i> sp.	-39,504	-100	1,962	-0,012	-33,283	1,40	0,040	11,65	0,040	0,133	11,650	11,650	0,040	0,491	11,650	2,010	0,589
1	<i>Axinopsida subquadrata</i>	-24,687	-49,713	53,028	0,580	-100	7,00	0,586	11,65	0,336	0,810	11,650	11,650	-0,043	1,078	11,650	11,650	1,869
2	<i>Capitella capitata</i>	-61,108	100	56,491	75,872	-0,699	10,00	0,040	6,867	0,040	5,577	6,598	2,000	-1,010	0,040	6,335	2,010	3,156
3	<i>Cistenides</i> sp.	-6,219	-16,135	3,917	-0,968	-0,824	13,00	0,040	11,65	0,040	0,631	11,650	11,650	0,040	11,650	11,650	11,650	1,758
4	<i>Crangon amurensis</i>	-0,237	15,722	4,975	0,074	-26,252	6,00	0,040	11,65	0,040	0,283	11,650	11,650	0,040	3,313	11,650	3,313	2,460
5	<i>Derjuginella rufofasciata</i>	0,383	10,394	3,837	0,021	-100	3,10	0,040	1,969	0,040	0,113	0,673	2,000	0,040	0,672	0,673	2,010	0,943
6	<i>Diastylis alaskensis</i>	-3,867	21,488	6,653	0,743	-2,804	0,72	0,040	2,853	0,040	0,075	1,774	2,000	0,040	0,075	0,075	2,010	2,100
7	<i>Harmothoe</i> sp.	-15,618	100	17,724	69,401	-0,177	6,00	0,040	1,975	0,040	0,730	1,776	2,000	-1,010	0,040	1,496	2,010	2,935
8	<i>Nephthys</i> sp.	-2,958	100	3,872	0,065	36,278	12,00	0,040	0,441	-0,026	0,040	0,262	0,628	0,039	0,040	0,040	1,261	1,328
9	<i>Owenia fusiformis</i>	2,618	-12,224	1,163	0,073	-100	8,00	0,523	11,65	-0,291	0,867	11,650	11,650	-1,010	3,103	11,650	3,103	1,709
10	<i>Patiria pectinifera</i>	-6,656	-1,463	4,847	0,124	-14,005	900	0,040	11,65	0,040	0,558	11,650	11,650	0,040	2,918	11,650	2,918	1,604
11	<i>Pleusy whole</i> sp.	-16,510	100	18,668	1,188	-12,047	0,30	0,040	2,081	0,040	0,527	1,885	2,000	0,040	0,383	1,629	2,010	1,268
12	<i>Protomediea</i> sp.	3,600	-100	-1,813	-3,270	-4,286	1,52	0,354	11,65	0,169	0,540	11,650	11,650	-0,052	0,760	11,650	2,010	1,446

Продолжение таблицы А.6

№	Таксон	Коэффициенты модели					<i>M</i>	Оптимум		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Границы центральной ниши		Границы внешней ниши		Среднее значение
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>		1	2	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	
13	<i>Scolelepis</i> sp.	-14,659	100	15,663	0,709	-17,223	3,00	0,040	1,799	0,040	0,386	1,621	1,977	0,040	0,347	1,380	2,010	1,848
14	<i>Scoletoma longifolia</i>	-3,191	24,480	5,137	-0,258	20,729	85,00	0,040	2,004	0,040	0,399	1,191	2,000	0,040	0,399	0,399	2,010	1,871
15	<i>Scoloplos armiger</i>	-2,199	8,792	4,284	0,343	-1,839	65,00	4,131	11,65	1,381	6,409	11,650	11,650	-0,904	8,949	11,650	8,949	1,896
16	<i>Westwoodilla</i> sp.	-27,009	100	29,247	5,931	-4,143	0,06	0,040	3,305	0,040	1,452	3,104	3,104	0,040	0,246	2,831	2,831	1,709

Таблица А.7 – Результаты нечеткой классификации макрозообентоса – степень принадлежности таксонов к выделенным кластерам (экспоненциальный вес – 1,2)

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
1	<i>Acila insignis</i>	0,001	0,999	0,000	0,000	III	V	IV	SE
2	<i>Actiniaria fam. gen. sp.</i>	0,001	0,999	0,000	0,000	III	IV	II	SE
3	<i>Alveinus ojianus</i>	0,114	0,871	0,015	0,000	II	IV	IV	S
4	<i>Ampelisca macrocephala</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S
5	<i>Ampharete acutifrons</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	III	IV	SE
6	<i>Ampharete sibirica</i>	0,000	0,999	0,001	0,000	IV	VII	V	SE
7	<i>Ampharete</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	III	VII	II	SE
8	<i>Ampharetidae</i> gen. sp.	0,940	0,060	0,000	0,000	II	V	IV	S
9	<i>Amphiodia fissa</i>	0,989	0,011	0,000	0,000	II	V	V	S
10	<i>Amphiodia periercta</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
11	<i>Amphipoda</i> fam. gen. sp.	0,963	0,037	0,000	0,000	V	IV	IV	S
12	<i>Anonyx</i> sp.	0,999	0,000	0,000	0,000	II	III	VII	S
13	<i>Aphelochaeta pacifica</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	II	V	III	E
14	<i>Aphroditidae</i> gen. sp.	0,059	0,941	0,000	0,000	II	III	V	S
15	<i>Arcuatula senhousia</i>	0,000	0,932	0,068	0,000	III	IV	IV	SE
16	<i>Aricidea catherinae</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	V	V	S
17	<i>Aricidea suecica</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	III	III	SE
18	<i>Ascidia</i> fam. gen. sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	V	SE
19	<i>Asterias amurensis</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	II	VII	IV	E
20	<i>Asychis</i> sp.	0,050	0,950	0,000	0,000	III	IV	III	SE
21	<i>Axinopsida subquadrata</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	VII	VII	S
22	<i>Balanus rostratus</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	II	IV	SE
23	<i>Bela erosa</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	IV	S
24	<i>Brada</i> sp.	0,000	0,999	0,001	0,000	IV	IV	IV	SE
25	<i>Byblis</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	V	S
26	<i>Capitella capitata</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	VII	VII	VII	E
27	<i>Capitellidae</i> gen. sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	V	V	S
28	<i>Caprellidae</i> gen. sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
29	<i>Carinomella</i> sp.	0,992	0,008	0,000	0,000	II	V	IV	S
30	<i>Cerebratulus marginatus</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	IV	S
31	<i>Cerebratulus signatus</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	V	S
32	<i>Cerebratulus</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	IV	IV	E
33	<i>Chaetozone setosa</i>	0,000	0,000	0,001	0,999	V	IV	IV	SE
34	<i>Charisma candida</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	III	SE
35	<i>Cheilonereis cyclurus</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	IV	V	III	E
36	<i>Chone</i> sp.	0,415	0,585	0,000	0,000	II	IV	IV	S
37	<i>Cirratulidae</i> gen. sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	IV	V	E
38	<i>Cirratulus cirratus</i>	0,000	0,000	0,007	0,993	IV	IV	IV	E
39	<i>Cistenides granulata</i>	0,001	0,992	0,007	0,000	V	IV	IV	S
40	<i>Cistenides hyperborea</i>	0,011	0,989	0,000	0,000	II	IV	IV	S

Продолжение таблицы А.7

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
41	<i>Cistenides</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	III	III	VII	SE
42	<i>Corbula venusta</i>	0,000	0,000	0,999	0,001	VII	IV	IV	E
43	<i>Crangon amurensis</i>	0,002	0,997	0,000	0,000	VII	II	VII	E
44	<i>Crangon</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
45	<i>Crassicorniphium crassicornis</i>	0,568	0,432	0,000	0,000	III	V	V	SE
46	<i>Cryptodius kelleri</i>	0,000	0,011	0,989	0,000	IV	IV	IV	E
47	<i>Cryptonatica janthostoma</i>	0,990	0,010	0,000	0,000	II	II	IV	S
48	<i>Cumacea</i> fam. gen. sp.	0,000	0,184	0,816	0,001	III	IV	II	E
49	<i>Cymatoica orientalis</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	IV	IV	SE
50	<i>Decapoda</i> fam. gen. sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	III	IV	SE
51	<i>Derjuginella rufofasciata</i>	0,999	0,001	0,000	0,000	II	II	VII	S
52	<i>Diastylis alaskensis</i>	0,000	0,000	1,000	0,000	V	VII	VII	S
53	<i>Diastylis goodsiri</i>	0,000	0,000	1,000	0,000	VII	V	IV	S
54	<i>Diastylis</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	IV	S
55	<i>Diastylopsis dawsoni</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	II	IV	S
56	<i>Diplodonta</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S
57	<i>Dipolydora cardalia</i>	0,000	0,001	0,999	0,000	V	V	V	SE
58	<i>Echinarachnius parma</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	III	S
59	<i>Echinocardium cordatum</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	III	IV	S
60	<i>Edwardsia japonica</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	IV	IV	S
61	<i>Ennucula tenuis</i>	0,000	0,002	0,998	0,000	V	VI	II	S
62	<i>Eteone longa</i>	0,000	0,000	0,999	0,001	V	V	II	SE
63	<i>Eteone</i> sp.	0,000	0,000	0,000	1,000	V	VII	V	SE
64	<i>Eteone spetsbergensis</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	III	IV	SE
65	<i>Eulalia bilineata</i>	0,000	0,909	0,091	0,000	III	V	IV	E
66	<i>Eumida sanguinea</i>	0,000	0,998	0,002	0,000	IV	IV	II	SE
67	<i>Felaniella usta</i>	0,993	0,007	0,000	0,000	III	III	IV	S
68	<i>Gaetice depressus</i>	0,002	0,370	0,628	0,001	V	IV	II	S
69	<i>Gastropoda</i> fam. gen. sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	III	IV	S
70	<i>Glycera capitata</i>	0,000	0,003	0,944	0,056	V	II	II	SE
71	<i>Glycera chirori</i>	0,000	0,003	0,997	0,000	V	IV	V	S
72	<i>Glycera</i> sp.	0,013	0,986	0,000	0,000	II	VII	III	S
73	<i>Glycera tessellata</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	VII	IV	VI	S
74	<i>Glycera unicornis</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	III	III	S
75	<i>Glycinde armigera</i>	0,000	0,975	0,025	0,000	III	V	IV	E
76	<i>Goniada maculata</i>	0,315	0,685	0,000	0,000	II	V	III	E
77	<i>Grandifoxus longirostris</i>	0,972	0,019	0,008	0,000	II	II	II	S
78	<i>Grandifoxus robustus</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S
79	<i>Halosydna</i> sp.	0,000	0,001	0,999	0,001	III	IV	IV	E
80	<i>Harmothoe imbricata</i>	0,002	0,772	0,225	0,000	V	II	V	SE
81	<i>Harmothoe</i> sp.	0,000	0,000	0,998	0,002	V	V	VII	S

Продолжение таблицы А.7

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
82	<i>Heteromastus giganteus</i>	0,000	0,017	0,983	0,000	IV	IV	V	SE
83	<i>Holothuroidea fam. gen. sp.</i>	0,000	0,001	0,997	0,003	VII	II	IV	E
84	<i>Isopoda fam. gen. sp.</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	V	S
85	<i>Lanassa sp.</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	V	S
86	<i>Laonice cirrata</i>	0,171	0,829	0,000	0,000	II	IV	IV	S
87	<i>Laonice sp.</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	VII	II	S
88	<i>Leukoma jedoyensis</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	II	IV	SE
89	<i>Lineidae gen. sp.</i>	0,181	0,781	0,038	0,000	II	II	V	S
90	<i>Liocyma fluctuosa</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
91	<i>Lumbrineris japonica</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	IV	IV	SE
92	<i>Macoma calcarea</i>	0,569	0,430	0,001	0,000	II	IV	V	S
93	<i>Macoma incongrua</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	IV	IV	SE
94	<i>Macoma nipponica</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	VII	III	IV	SE
95	<i>Macoma scarlatoi</i>	0,000	0,000	0,002	0,998	IV	V	V	E
96	<i>Macoma sp.</i>	0,000	0,000	0,968	0,032	V	VII	IV	E
97	<i>Macoma tokyoensis</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	VII	IV	SE
98	<i>Mactra chinensis</i>	0,658	0,342	0,000	0,000	II	V	V	S
99	<i>Magelona longicornis</i>	0,000	0,000	1,000	0,000	V	V	V	S
100	<i>Magelona pacifica</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	V	IV	S
101	<i>Maldane sarsi</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	VII	IV	SE
102	<i>Maldanidae gen. sp.</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	V	S
103	<i>Mediomastus californiensis</i>	0,000	0,004	0,996	0,001	V	VI	V	SE
104	<i>Melanochlamys diomedea</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	III	S
105	<i>Melinna elisabethae</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	IV	S
106	<i>Melita sp.</i>	0,759	0,241	0,000	0,000	II	V	IV	S
107	<i>Menestho exaratissima</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	IV	SE
108	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	0,000	0,000	0,999	0,001	V	IV	V	SE
109	<i>Monoculodes diamesus</i>	0,000	0,999	0,001	0,000	IV	II	IV	S
110	<i>Monoculodes sp.</i>	0,000	0,003	0,997	0,000	V	IV	V	S
111	<i>Mya arenaria</i>	0,000	0,000	0,366	0,634	V	IV	II	S
112	<i>Mya japonica</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	III	III	SE
113	<i>Mya pseudoarenaria</i>	0,000	0,055	0,945	0,000	V	IV	IV	S
114	<i>Mya sp.</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	V	IV	SE
115	<i>Mya truncata</i>	0,000	0,000	0,002	0,998	III	IV	IV	E
116	<i>Mya uzenensis</i>	0,000	0,000	0,001	0,999	IV	V	IV	E
117	<i>Myxicola sp.</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	IV	S
118	<i>Nassarius multigranosus</i>	0,000	0,974	0,026	0,000	IV	IV	IV	SE
119	<i>Nemertea fam. gen. sp.</i>	0,000	0,216	0,784	0,000	III	V	IV	E
120	<i>Neohaustator fortilirata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	III	III	S
121	<i>Neomysis sp.</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	IV	IV	SE
122	<i>Nephtys caeca</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S

Продолжение таблицы А.7

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
123	<i>Nephtys longosetosa</i>	0,027	0,668	0,306	0,000	VII	VI	II	SE
124	<i>Nephtys</i> sp.	0,980	0,020	0,000	0,000	V	IV	VII	S
125	<i>Nereididae</i> gen. sp.	0,000	0,001	0,991	0,009	VII	IV	IV	E
126	<i>Nereis longior galinae</i>	0,000	0,025	0,975	0,000	IV	V	V	SE
127	<i>Nereis</i> sp.	0,000	0,001	0,000	1,000	II	VII	VI	E
128	<i>Nereis vexillosa</i>	0,000	0,000	0,930	0,070	V	IV	IV	S
129	<i>Nereis zonata</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	II	S
130	<i>Nicolea</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	IV	S
131	<i>Nothria</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	II	S
132	<i>Notomastus latericeus</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	V	VII	IV	SE
133	<i>Obelia longissima</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	V	II	S
134	<i>Oenopota</i> sp.	0,000	0,000	0,079	0,921	IV	III	IV	E
135	<i>Onuphis iridescent</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	VII	II	S
136	<i>Onuphis</i> sp.	0,076	0,920	0,004	0,000	II	IV	IV	S
137	<i>Ophelina acuminata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	VII	II	S
138	<i>Ophiura sarsi</i>	0,001	0,993	0,006	0,000	II	III	V	SE
139	<i>Orchomenella</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	VII	IV	S
140	<i>Owenia fusiformis</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	VII	S
141	<i>Pacifoculodes breviops</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	II	S
142	<i>Pacifoculodes zernovi</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	V	S
143	<i>Pagurus</i> sp.	0,004	0,994	0,002	0,000	III	II	III	SE
144	<i>Paradialychine cincta</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	IV	IV	IV	E
145	<i>Paradorippe granulata</i>	0,000	0,123	0,877	0,014	III	II	IV	E
146	<i>Paranaitis polynoides</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	V	S
147	<i>Patiria pectinifera</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	VII	S
148	<i>Pherusa plumosa</i>	0,000	0,000	0,004	0,996	V	V	IV	S
149	<i>Philine orientalis</i>	0,000	0,000	1,000	0,000	IV	V	IV	E
150	<i>Philine</i> sp.	0,018	0,982	0,000	0,000	II	III	V	S
151	<i>Philinopsis gigliolii</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	III	V	III	SE
152	<i>Pholoe minuta</i>	0,000	0,000	0,414	0,586	V	II	V	S
153	<i>Phoronopsis harmeri</i>	0,000	0,000	0,009	0,991	V	IV	V	SE
154	<i>Phyllocoete groenlandica</i>	0,025	0,975	0,000	0,000	II	V	IV	S
155	<i>Phyllocoete</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	V	V	SE
156	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	0,183	0,817	0,000	0,000	II	V	III	S
157	<i>Pinnixa rathbuni</i>	0,000	0,133	0,867	0,020	IV	II	IV	E
158	<i>Pleusymtes</i> sp.	0,677	0,322	0,001	0,000	II	II	VII	S
159	<i>Polydora</i> sp.	0,000	0,001	0,876	0,124	VII	IV	IV	SE
160	<i>Polynoidae</i> gen. sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	V	SE
161	<i>Polynoidae</i> gen. sp. N 4	0,000	0,000	0,000	1,000	III	VII	V	E
162	<i>Pontogeneia rostrata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S
163	<i>Pontogeneia</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S

Продолжение таблицы А.7

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
164	<i>Potamocorbula amurensis</i>	0,007	0,992	0,000	0,000	IV	VI	V	SE
165	<i>Praxillella gracilis</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	III	IV	S
166	<i>Praxillella praetermissa</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	IV	S
167	<i>Praxillella</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	III	IV	V	SE
168	<i>Priapulus caudatus</i>	0,000	0,000	0,693	0,307	VII	VII	IV	SE
169	<i>Prionospio malmgreni</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	V	IV	IV	SE
170	<i>Prionospio nova</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
171	<i>Prionospio</i> sp.	0,722	0,278	0,000	0,000	II	IV	IV	S
172	<i>Protocallithaca adamsi</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	V	IV	S
173	<i>Protomediea epimerata</i>	0,257	0,743	0,000	0,000	V	IV	V	S
174	<i>Protomediea microdactyla</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	III	S
175	<i>Protomediea popovi</i>	0,000	0,999	0,001	0,000	V	IV	IV	S
176	<i>Protomediea</i> sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	VII	S
177	<i>Pseudocadella lubrica</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	II	II	S
178	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	0,000	0,999	0,001	0,000	III	IV	IV	SE
179	<i>Pseudopotamilla</i> sp.	0,001	0,999	0,000	0,000	IV	III	II	S
180	<i>Raeta pulchella</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	IV	SE
181	<i>Sabellidae</i> gen. sp.	0,000	0,000	0,143	0,857	III	VII	V	SE
182	<i>Scalibregma inflatum</i>	0,000	0,001	0,999	0,000	V	VII	V	S
183	<i>Schistomeringos japonica</i>	0,000	0,000	0,000	1,000	V	V	V	SE
184	<i>Scolelepis</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	V	VII	VII	S
185	<i>Scoletoma longifolia</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	II	VII	VII	SE
186	<i>Scoloplos armiger</i>	0,000	0,120	0,880	0,004	III	III	VII	E
187	<i>Serripes groenlandicus</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	V	S
188	<i>Sigambra bassi</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	V	V	SE
189	<i>Siliqua alta</i>	0,998	0,002	0,000	0,000	II	IV	IV	S
190	<i>Sipuncula</i> fam. gen. sp.	0,001	0,999	0,000	0,000	II	V	V	S
191	<i>Solen krusensterni</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
192	<i>Solenogastres</i> fam. gen. sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	VII	V	S
193	<i>Sphaerodorum minutum</i>	0,000	0,972	0,028	0,000	IV	IV	IV	SE
194	<i>Spionidae</i> gen. sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	V	S
195	<i>Spiophanes berkeleyorum</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	V	IV	V	S
196	<i>Spiophanes bombyx</i>	0,096	0,904	0,000	0,000	VII	VII	III	E
197	<i>Sternaspis scutata</i>	0,996	0,004	0,000	0,000	IV	IV	IV	S
198	<i>Syllidae</i> gen. sp.	1,000	0,000	0,000	0,000	II	III	II	S
199	<i>Synandwakia</i> sp.	0,000	1,000	0,000	0,000	V	III	III	S
200	<i>Synidotea cinerea</i>	0,000	0,000	0,985	0,015	V	IV	V	SE
201	<i>Synidotea epimerata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	VII	II	II	S
202	<i>Terebellidae</i> gen. sp.	0,016	0,984	0,000	0,000	III	V	IV	SE
203	<i>Tetrarca boucardi</i>	0,000	1,000	0,000	0,000	IV	IV	IV	SE
204	<i>Theora lubrica</i>	0,000	0,000	0,001	0,999	V	V	IV	S

Продолжение таблицы А.7

№	Таксон	Кластер				Тип модели			Biont
		I	II	III	IV	F_q	A	B	
205	<i>Tritodynamia rathbunae</i>	0,000	0,981	0,019	0,000	III	IV	III	SE
206	<i>Westwoodilla rectangulata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
207	<i>Westwoodilla</i> sp.	0,000	0,994	0,006	0,000	III	VII	VII	SE
208	<i>Yoldia johanni</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	V	IV	S
209	<i>Yoldia keppeliana</i>	1,000	0,000	0,000	0,000	II	IV	IV	S
210	<i>Yoldia</i> sp.	0,960	0,040	0,000	0,000	II	IV	IV	S

Примечание. Жирным шрифтом выделены экспоненциальные веса для таксонов основного кластера, жирным курсивом – существенные дополнительного; A – плотность, B – биомасса, F_q – встречаемость, Biont – бионтность (S, SE и E – соответственно стенобионты, стено-эврибионты и эврибионты).

Таблица А.8 – Итоговая классификация представителей макрозообентоса по отношению к содержанию органического углерода в донных отложениях

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
1	<i>Acila insignis</i>	44	III	I	0,86	28,4	45,4	I
2	<i>Actiniaria fam. gen. sp.</i>	25	III	II	1,02	23,8	45,3	II
3	<i>Alveinus qjianus</i>	16	III	I	1,17	8,2	180,0	III
4	<i>Ampelisca macrocephala</i>	32	I	I	0,04	8,2	167,6	I
5	<i>Ampharete acutifrons</i>	9	III	II	1,49	28,1	44,9	I
6	<i>Ampharete sibirica</i>	30	III	I	1,77	20,1	169,6	III
7	<i>Ampharete sp.</i>	52	III	II	1,15	31,1	55,3	II
8	<i>Ampharetidae gen. sp.</i>	19	I	III	0,73	8,2	94,1	I
9	<i>Amphiodia fissa</i>	61	I	II	0,64	8,2	28,6	I
10	<i>Amphiodia periercta</i>	7	I	I	0,37	8,2	77,6	I
11	<i>Amphipoda fam. gen. sp.</i>	40	I	—	0,47	8,6	38,6	I
12	<i>Anonyx sp.</i>	10	I	II	0,04	8,2	108,1	I
13	<i>Aphelochaeta pacifica</i>	108	V	IV	9,17	100,0	25,4	V
14	<i>Aphroditidae gen. sp.</i>	17	III	IV	0,89	8,2	38,6	I
15	<i>Arcuatula senhousia</i>	5	III	II	2,56	28,7	118,0	III
16	<i>Aricidea catherinae</i>	23	III	I	1,12	16,9	67,7	I
17	<i>Aricidea suecica</i>	9	III	III	1,16	24,6	64,0	II
18	<i>Ascidia fam. gen. sp.</i>	17	III	III	1,74	28,8	119,0	III
19	<i>Asterias amurensis</i>	25	V	IV	7,99	91,4	41,1	V
20	<i>Asychis sp.</i>	7	III	II	0,87	21,2	55,3	I
21	<i>Axinopsida subquadrata</i>	74	III	II	1,15	16,9	32,9	II
22	<i>Balanus rostratus</i>	11	III	III	1,37	24,5	176,5	III
23	<i>Bela erosa</i>	21	I	II	0,13	8,2	74,1	I
24	<i>Brada sp.</i>	6	III	I	2,19	35,6	114,8	III
25	<i>Byblis sp.</i>	7	I	I	0,25	7,7	126,3	I
26	<i>Capitella capitata</i>	47	V	V	8,20	56,2	87,4	V
27	<i>Capitellidae gen. sp.</i>	41	III	V	2,07	16,9	102,7	III
28	<i>Caprellidae gen. sp.</i>	12	I	II	0,16	8,2	72,7	I
29	<i>Carinomella sp.</i>	5	I	I	0,65	8,2	101,2	I
30	<i>Cerebratulus marginatus</i>	27	III	III	1,53	8,0	114,3	III
31	<i>Cerebratulus signatus</i>	8	I	III	0,20	8,2	97,1	I
32	<i>Cerebratulus sp.</i>	15	III	III	1,13	99,7	107,1	III
33	<i>Chaetozone setosa</i>	63	V	III	5,67	40,8	79,5	V
34	<i>Charisma candida</i>	5	III	I	1,50	25,4	114,1	III
35	<i>Cheilonereis cyclurus</i>	19	V	V	7,07	91,4	38,9	V
36	<i>Chone sp.</i>	23	III	II	0,69	8,2	44,9	I
37	<i>Cirratulidae gen. sp.</i>	5	III	IV	1,66	99,7	74,0	IV
38	<i>Cirratulus cirratus</i>	16	V	III	4,79	78,9	182,7	V
39	<i>Cistenides granulata</i>	6	III	II	1,56	8,6	101,8	III
40	<i>Cistenides hyperborea</i>	20	III	I	1,17	8,2	110,2	III

Продолжение таблицы А.8

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
41	<i>Cistenides</i> sp.	20	III	I	1,12	34,1	52,6	II
42	<i>Corbula venusta</i>	8	IV	IV	3,89	48,9	164,4	IV
43	<i>Crangon amurensis</i>	11	III	I	0,78	99,7	49,4	II
44	<i>Crangon</i> sp.	6	I	I	0,26	8,2	90,9	I
45	<i>Crassicorniphium crassicornis</i>	26	I	III	0,58	20,6	134,5	I
46	<i>Cryptodius kelleri</i>	5	IV	II	3,09	45,7	136,7	IV
47	<i>Cryptonatica janthostoma</i>	15	I	I	0,41	8,2	26,3	I
48	<i>Cumacea</i> fam. gen. sp.	13	IV	I	2,14	49,4	95,5	II
49	<i>Cymatoica orientalis</i>	11	III	III	1,99	31,1	121,4	III
50	<i>Decapoda</i> fam. gen. sp.	40	III	II	1,97	42,1	34,2	II
51	<i>Derjuginella rufofasciata</i>	15	I	I	0,36	8,2	46,8	I
52	<i>Diastylis alaskensis</i>	23	IV	II	3,32	15,9	72,9	IV
53	<i>Diastylis goodsiri</i>	7	IV	II	3,45	16,9	87,7	IV
54	<i>Diastylis</i> sp.	24	I	II	0,17	8,2	81,0	I
55	<i>Diastylopsis dawsoni</i>	21	III	IV	1,35	16,8	73,3	II
56	<i>Diplodonta</i> sp.	5	I	II	0,04	8,2	108,9	I
57	<i>Dipolydora cardalia</i>	72	IV	IV	2,79	22,5	72,3	IV
58	<i>Echinarachnius parma</i>	5	I	I	0,16	8,2	85,2	I
59	<i>Echinocardium cordatum</i>	24	I	I	0,29	8,2	40,7	I
60	<i>Edwardsia japonica</i>	20	III	III	1,69	16,9	38,2	II
61	<i>Ennucula tenuis</i>	89	IV	II	2,57	11,4	17,5	IV
62	<i>Eteone longa</i>	21	IV	III	2,84	24,0	67,4	IV
63	<i>Eteone</i> sp.	33	V	III	6,01	30,0	31,0	V
64	<i>Eteone spetsbergensis</i>	9	III	III	0,91	20,9	78,5	I
65	<i>Eulalia bilineata</i>	43	III	II	2,30	62,2	69,6	II
66	<i>Eumida sanguinea</i>	7	III	II	1,38	29,0	68,7	II
67	<i>Felaniella usta</i>	7	I	I	0,44	10,0	97,6	I
68	<i>Gaetice depressus</i>	5	IV	I	1,44	8,6	90,0	I
69	<i>Gastropoda</i> fam. gen. sp.	23	I	—	0,41	8,2	68,7	I
70	<i>Glycera capitata</i>	85	IV	II	2,63	29,8	41,7	IV
71	<i>Glycera chirori</i>	5	IV	II	3,18	13,9	112,4	IV
72	<i>Glycera</i> sp.	88	III	II	1,05	12,7	16,5	II
73	<i>Glycera tesselata</i>	9	III	II	1,90	16,9	148,4	III
74	<i>Glycera unicornis</i>	10	III	III	1,25	12,7	75,6	II
75	<i>Glycinde armigera</i>	41	III	II	2,01	62,3	27,7	II
76	<i>Goniada maculata</i>	119	III	II	0,76	47,1	10,1	II
77	<i>Grandifoxus longirostris</i>	10	I	I	0,04	4,7	124,3	I
78	<i>Grandifoxus robustus</i>	6	I	I	0,04	8,2	109,1	I
79	<i>Halosydnia</i> sp.	5	IV	II	3,25	90,0	129,7	IV
80	<i>Harmothoe imbricata</i>	18	III	II	1,38	20,4	52,5	II
81	<i>Harmothoe</i> sp.	11	IV	II	3,71	8,6	63,9	IV

Продолжение таблицы А.8

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
82	<i>Heteromastus giganteus</i>	7	IV	IV	2,84	42,0	112,0	IV
83	<i>Holothuroidea fam. gen. sp.</i>	11	IV	I	2,96	99,7	76,0	IV
84	<i>Isopoda fam. gen. sp.</i>	6	I	—	0,26	8,2	193,9	I
85	<i>Lanassa</i> sp.	5	III	I	1,19	7,7	149,2	III
86	<i>Laonice cirrata</i>	61	III	II	0,74	8,2	107,2	I
87	<i>Laonice</i> sp.	8	I	III	0,16	8,2	89,8	I
88	<i>Leukoma jedoyensis</i>	5	III	II	1,02	25,0	81,8	II
89	<i>Lineidae</i> gen. sp.	22	III	II	1,19	12,7	41,1	II
90	<i>Liocyma fluctuosa</i>	17	I	I	0,52	8,2	47,4	I
91	<i>Lumbrineris japonica</i>	11	III	II	1,85	30,7	93,3	II
92	<i>Macoma calcarea</i>	10	I	II	0,90	8,2	58,4	I
93	<i>Macoma incongrua</i>	8	III	II	1,90	32,5	74,4	II
94	<i>Macoma nipponica</i>	6	V	III	5,63	37,6	107,3	V
95	<i>Macoma scarlatoi</i>	13	V	III	4,90	66,5	57,6	V
96	<i>Macoma</i> sp.	33	IV	II	4,25	44,6	111,0	IV
97	<i>Macoma tokyoensis</i>	16	III	II	1,36	20,0	39,2	II
98	<i>Mactra chinensis</i>	8	I	I	0,78	8,2	85,3	I
99	<i>Magelona longicornis</i>	36	IV	II	3,83	12,3	40,9	IV
100	<i>Magelona pacifica</i>	17	III	I	1,28	6,0	114,4	III
101	<i>Maldane sarsi</i>	140	III	II	1,99	38,4	21,7	II
102	<i>Maldanidae</i> gen. sp.	35	I	I	0,18	8,2	55,8	I
103	<i>Mediomastus californiensis</i>	16	IV	III	2,84	21,4	139,7	IV
104	<i>Melanochlamys diomedea</i>	6	III	I	1,44	8,6	81,3	I
105	<i>Melinna elisabethae</i>	41	III	III	1,29	12,7	59,4	II
106	<i>Melita</i> sp.	15	I	II	0,66	8,2	70,1	I
107	<i>Menestho exaratissima</i>	13	III	V	2,09	19,9	100,4	III
108	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	7	IV	I	4,01	34,3	156,6	IV
109	<i>Monoculodes diamesus</i>	6	III	IV	1,38	19,2	90,2	II
110	<i>Monoculodes</i> sp.	14	IV	II	3,17	12,1	64,2	IV
111	<i>Mya arenaria</i>	8	V	II	5,60	11,0	70,1	V
112	<i>Mya japonica</i>	6	III	I	1,10	27,7	79,4	I
113	<i>Mya pseudoarenaria</i>	14	IV	III	2,55	19,2	70,3	IV
114	<i>Mya</i> sp.	20	III	II	1,70	39,2	100,2	III
115	<i>Mya truncata</i>	9	V	III	5,17	94,9	100,3	V
116	<i>Mya uzenensis</i>	13	V	III	4,92	78,4	43,8	V
117	<i>Myxicola</i> sp.	5	III	II	1,12	8,6	115,6	III
118	<i>Nassarius multigranosus</i>	6	III	IV	2,46	27,0	151,0	III
119	<i>Nemertea</i> fam. gen. sp.	125	IV	III	2,57	71,8	17,8	IV
120	<i>Neohaustator fortilirata</i>	5	I	I	0,30	8,2	206,7	I
121	<i>Neomysis</i> sp.	7	III	II	1,23	26,8	59,3	II
122	<i>Nephtys caeca</i>	11	I	II	0,46	8,2	63,0	I

Продолжение таблицы А.8

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
123	<i>Nephtys longosetosa</i>	9	III	II	1,09	26,3	62,2	II
124	<i>Nephtys</i> sp.	31	I	II	0,58	8,6	25,3	I
125	<i>Nereididae</i> gen. sp.	9	IV	IV	3,49	70,2	82,9	IV
126	<i>Nereis longior galinae</i>	10	IV	III	2,83	29,3	79,0	IV
127	<i>Nereis</i> sp.	31	V	IV	11,29	100,0	61,7	V
128	<i>Nereis vexillosa</i>	5	IV	III	3,97	17,9	177,7	IV
129	<i>Nereis zonata</i>	9	III	III	1,08	8,6	114,8	III
130	<i>Nicolea</i> sp.	7	III	II	1,56	12,7	77,2	II
131	<i>Nothria</i> sp.	5	I	II	0,14	8,2	61,4	I
132	<i>Notomastus latericeus</i>	56	V	II	6,47	33,7	47,3	V
133	<i>Obelia longissima</i>	8	III	II	1,17	12,7	—	II
134	<i>Oenopota</i> sp.	6	V	I	4,39	71,6	70,9	V
135	<i>Onuphis iridescens</i>	34	I	III	0,04	8,2	61,2	I
136	<i>Onuphis</i> sp.	15	III	II	1,25	12,7	61,5	II
137	<i>Ophelina acuminata</i>	11	I	III	0,08	8,2	68,3	I
138	<i>Ophiura sarsii</i>	136	III	II	1,66	38,7	14,3	II
139	<i>Orchomenella</i> sp.	5	I	II	0,06	8,2	84,0	I
140	<i>Owenia fusiformis</i>	32	I	II	0,31	8,2	52,4	I
141	<i>Pacifoculodes breviops</i>	6	I	I	0,13	8,2	77,6	I
142	<i>Pacifoculodes zernovi</i>	5	I	I	0,17	8,2	72,4	I
143	<i>Pagurus</i> sp.	6	III	II	0,61	30,3	87,7	II
144	<i>Paradialychine cincta</i>	8	V	IV	6,35	91,4	264,0	V
145	<i>Paradorippe granulata</i>	18	IV	II	2,39	49,2	97,6	II
146	<i>Paranaitis polynoides</i>	24	I	II	0,35	8,2	39,6	I
147	<i>Patiria pectinifera</i>	17	I	II	0,04	8,2	38,8	I
148	<i>Pherusa plumosa</i>	32	V	III	5,14	15,8	45,1	V
149	<i>Philine orientalis</i>	70	IV	II	3,32	100,0	20,7	IV
150	<i>Philine</i> sp.	30	III	II	0,96	8,2	29,7	I
151	<i>Philinopsis gigliolii</i>	16	III	I	1,91	29,3	38,9	II
152	<i>Pholoe minuta</i>	32	V	II	4,13	8,6	29,9	V
153	<i>Phoronopsis harmeri</i>	45	V	III	5,23	41,3	42,0	V
154	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	40	III	IV	0,98	8,2	70,6	I
155	<i>Phyllodoce</i> sp.	10	III	II	1,84	27,6	80,0	II
156	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	25	III	II	0,84	8,2	45,0	I
157	<i>Pinnixa rathbuni</i>	28	IV	I	2,51	48,4	57,2	IV
158	<i>Pleusymtes</i> sp.	13	I	III	0,72	8,2	38,8	I
159	<i>Polydora</i> sp.	22	IV	III	3,95	40,7	106,3	IV
160	<i>Polynoidae</i> gen. sp.	5	III	I	1,42	25,0	133,3	III
161	<i>Polynoidae</i> gen. sp. N 4	5	V	—	6,78	91,4	74,2	V
162	<i>Pontogeneia rostrata</i>	5	I	II	0,04	8,2	197,5	I
163	<i>Pontogeneia</i> sp.	6	I	I	0,04	8,2	164,3	I

Продолжение таблицы А.8

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
164	<i>Potamocorbula amurensis</i>	11	III	V	0,78	26,9	253,2	I
165	<i>Praxillella gracilis</i>	28	I	III	0,33	8,2	46,4	I
166	<i>Praxillella praetermissa</i>	21	I	III	0,54	8,2	82,8	I
167	<i>Praxillella</i> sp.	56	III	III	1,21	28,2	33,2	II
168	<i>Priapulus caudatus</i>	29	IV	III	4,27	34,3	36,1	IV
169	<i>Prionospio malmgreni</i>	6	V	IV	5,85	36,5	148,5	V
170	<i>Prionospio nova</i>	7	I	I	0,31	8,2	213,7	I
171	<i>Prionospio</i> sp.	17	I	II	0,75	8,2	78,5	I
172	<i>Protocallithaca adamsi</i>	41	III	III	1,60	12,7	83,9	II
173	<i>Protomediea epimerata</i>	10	III	I	0,69	8,6	157,5	I
174	<i>Protomediea microdactyla</i>	5	I	II	0,12	8,2	92,9	I
175	<i>Protomediea popovi</i>	6	III	II	1,08	8,6	217,4	III
176	<i>Protomediea</i> sp.	20	I	II	0,24	8,2	75,1	I
177	<i>Pseudocadella lubrica</i>	5	I	I	0,04	8,2	62,8	I
178	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	7	III	II	1,09	43,2	206,1	III
179	<i>Pseudopotamilla</i> sp.	6	III	II	0,82	9,7	110,7	I
180	<i>Raeta pulchella</i>	50	III	III	1,96	37,4	65,5	II
181	<i>Sabellidae</i> gen. sp.	20	V	I	3,72	25,8	31,4	IV
182	<i>Scalibregma inflatum</i>	98	IV	III	2,90	16,7	35,1	IV
183	<i>Schistomerengos japonica</i>	74	V	V	9,10	23,7	48,8	V
184	<i>Scolelepis</i> sp.	20	III	III	1,45	8,6	114,6	III
185	<i>Scoletoma longifolia</i>	226	III	II	1,26	29,0	12,8	II
186	<i>Scoloplos armiger</i>	153	IV	III	3,04	52,4	10,4	IV
187	<i>Serripes groenlandicus</i>	7	I	I	0,34	8,2	70,6	I
188	<i>Sigambra bassi</i>	105	III	IV	1,89	32,7	16,3	II
189	<i>Siliqua alta</i>	8	I	II	0,46	8,2	92,4	I
190	<i>Sipuncula</i> fam. gen. sp.	25	III	I	1,25	12,7	74,6	II
191	<i>Solen krusensterni</i>	5	I	I	0,20	8,2	95,4	I
192	<i>Solenogastres</i> fam. gen. sp.	14	I	I	0,08	8,2	77,7	I
193	<i>Sphaerodoridium minutum</i>	5	III	II	2,25	27,1	53,2	II
194	<i>Spionidae</i> gen. sp.	63	I	III	0,41	8,2	41,2	I
195	<i>Spiophanes berkeleyorum</i>	14	III	III	1,88	9,0	131,1	III
196	<i>Spiophanes bombyx</i>	84	III	II	0,72	99,7	48,7	II
197	<i>Sternaspis scutata</i>	16	I	III	0,56	8,6	59,4	I
198	<i>Syllidae</i> gen. sp.	6	I	—	0,22	8,2	85,3	I
199	<i>Synandwakia</i> sp.	8	III	III	1,20	3,4	136,8	III
200	<i>Synidotea cinerea</i>	5	IV	III	3,78	19,7	50,4	IV
201	<i>Synidotea epimerata</i>	7	I	I	0,04	8,6	150,6	I
202	<i>Terebellidae</i> gen. sp.	19	III	III	0,76	25,8	78,1	I
203	<i>Tetrarca boucardi</i>	10	III	I	2,11	25,3	175,3	III
204	<i>Theora lubrica</i>	49	V	III	5,40	17,2	44,3	V

Продолжение таблицы А.8

№	Таксон	F_q^*	Кластер	Тип	Оптимум, мг/г	Ширина ниши, %	max/m	Итог
205	<i>Tritodynamia rathbunae</i>	6	III	II	1,77	31,7	194,4	III
206	<i>Westwoodilla rectangulata</i>	6	I	II	0,33	8,2	160,0	I
207	<i>Westwoodilla</i> sp.	5	III	II	1,66	30,0	94,4	II
208	<i>Yoldia johanni</i>	27	I	I	0,41	8,2	33,6	I
209	<i>Yoldia keppeliana</i>	6	I	I	0,41	8,2	82,5	I
210	<i>Yoldia</i> sp.	13	I	I	0,62	8,2	103,0	I

Примечание. Кластер – группы, выделенные при помощи алгоритма НМ в данной работе, тип – рекомендованный экологический тип по [24, 25], F_q^* – абсолютная встречаемость, max и m – максимальная и средняя плотность поселения.