

На правах рукописи

Антипушина Жанна Андреевна

**ДИНАМИКА ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ БЕРИНГОВА МОРЯ В
СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ
(ПО АРХЕОЗООЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)**

Специальность 03.00.16 – Экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2009

Работа выполнена в Институте проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН.

Научный руководитель:

доктор биологических наук
А.Б. Савинецкий

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук
Ю.И. Кантор
доктор биологических наук
А.И. Буяновский

Ведущая организация:

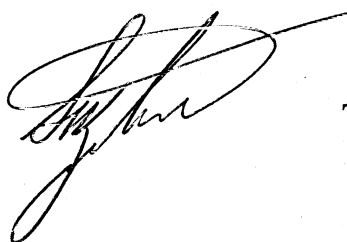
Институт экологии растений и
животных УрО РАН (Екатеринбург)

Защита состоится 8 декабря 2009 г. в 14:00 на заседании диссертационного
совета Д 002.231.01 при Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н.
Северцова РАН по адресу: 119071 Москва, Ленинский проспект, 33.
Тел. 954-75-53. Факс 954-55-34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения Биологических
Наук РАН по адресу: Москва, Ленинский проспект, 33.

Автореферат разослан 6 ноября 2009 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Т.П. Крапивко

Актуальность темы. В последнее время изучение вековой динамики современных экосистем и их компонентов и выявление общих закономерностей их исторического развития стало особенно актуальным. Изучение механизма изменений природных условий в прошлом является важным шагом к пониманию современных процессов, происходящих в природе. Исследование вековой динамики основных компонентов экосистем даёт возможность долгосрочному прогнозированию экологической обстановки, позволяет оценить степень антропогенного нарушения биогеоценозов и оптимизировать природопользование. Перспективным объектом для изучения вековой динамики экосистем являются морские беспозвоночные из отложений различного генезиса. Моллюски и другие группы бентосных беспозвоночных имеют определённые экологические предпочтения, поэтому изменение их фаунистического состава в процессе формирования культурного слоя можно использовать в качестве инструмента палеоэкологических реконструкций. Известно, что в течение голоцена климат неоднократно менялся, что должно было отразиться на фаунистическом составе и зоогеографических спектрах видов. Однако динамика фауны морских беспозвоночных в голоцене является относительно слабо изученной.

Для её исследования был выбран район побережий и островов Берингова моря, заселение которого началось не менее 8000 л.н., хорошо известный своими мощными культурными отложениями с обилием костей и остатков беспозвоночных. Они являются результатом многолетнего промысла древних жителей, сохранивших традиции охоты и собирательства на протяжении нескольких тысячелетий, вплоть до 18-19 вв. н.э. Тем не менее, несмотря на обилие таких отложений и более чем столетнюю историю раскопок, известно мало комплексных работ по их изучению.

Цели и задачи исследования. Цель данной работы заключается в реконструкции динамики фауны беспозвоночных Берингова моря в среднем и позднем голоцене и факторов окружающей среды, влияющих на неё.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- определение фаунистического состава и количественный учёт остатков беспозвоночных из археологических памятников Берингоморья;
- выявление динамики фаунистического состава беспозвоночных со среднего голоцена до наших дней;
- выявление и реконструкция динамики факторов среды, влияющих на качественное и количественное соотношение видов беспозвоночных, во времени.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное исследование фауны беспозвоночных Берингова моря из культурных отложений с использованием целого ряда методов – радиоуглеродного, зоогеографического и морфометрического анализов, а также анализа стабильных изотопов кислорода в органогенных карбонатах.

Теоретическое и практическое значение работы. Результаты исследования могут найти широкое применение для изучения вековой динамики прибрежных экосистем Северного полушария. Результаты работы используются при проведении лекций по теме "Историческая экология" в МГУ им. М.В. Ломоносова.

Апробация работы. Материалы исследований были представлены на Российской научной конференции «Динамика современных экосистем в голоцене» (Москва, 2006), конференции по иглокожим, посвящённой памяти М.М. Москвина (к столетию со дня рождения) (Москва, 2006), конференциях молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН «Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых учёных» (Москва, 2004, 2006, 2008), XVI Международном малакологическом конгрессе (Антверпен, Бельгия, 2007), VIII Международной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 2007), II Международной археомалакологической конференции (Сантандер, Испания, 2008) и на объединённом научном коллоквиуме Лаборатории биогеоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачёва ИПЭЭ РАН от 18.09.2009 г.

Публикации. Материалы диссертации изложены в 12 печатных работах, из них две – в журналах, рекомендованных ВАК.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 107 страницах (включая 18 рисунков и 28 таблиц); состоит из введения, четырёх глав, заключения, выводов и приложения. Список литературы содержит 141 название, из них 80 на иностранных языках.

Благодарности. Автор горячо благодарит А.Б. Савинецкого и А.В. Пахневича, без участия которых данная работа не была бы выполнена.

Автор ценит поддержку и всестороннюю помощь в работе: А.А. Котова (ИПЭЭ РАН), Н.П. Зименко (ВНИРО), Д.Л. Иванова (Зоомузей МГУ), а также коллег по Лаборатории исторической экологии и биогеоценологии ИПЭЭ РАН. Автор признателен А.Р. Косьян, И.Н. Марину (ИПЭЭ РАН), Д.О. Алексееву (ВНИРО), А.В. Пахневичу, Л.А. Висковой (ПИН РАН), Г.А. Колбасову (МГУ), Б.И. Сиренко (ЗИН РАН) за помощь в определении материала; А.В. Пташинскому (КамГУ), К.А. Днепровскому, М.М. Бронштейну (Музей Востока) и Д. Уэст (Канзасский Университет) – за предоставленный материал; Б.Г. Покровскому (ГИН РАН) и А.В. Тиунову (ИПЭЭ РАН) – за помощь в проведении изотопного анализа; М.Е. Гольцману, Е.П. Крученковой (МГУ), директору Н.Н. Павлову и сотрудникам заповедника «Командорский», особенно А.М. Мироновой и Н.А. Татаренковой – за помощь в проведении полевых работ на территории заповедника.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 06-04-48531 и № 09-04-00196), программ «Происхождение и эволюция биосферы», «Биологическое разнообразие» и «Биологические ресурсы России: Фундаментальные основы рационального использования», гранта National Science Foundation, Office of Polar Programs, Social Sciences Division (№ 0353065).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. В разделе приводится обоснование выбора темы работы, сформулированы её цели и задачи.

Глава 1. Краткая физико-географическая характеристика района исследований

Берингово море занимает пограничное положение между Евразией и Северной Америкой и связано проливами с Северным Ледовитым и Тихим океанами. От Тихого океана Берингово море отделено Командоро-Алеутской грядой протяжённостью около 1800 км. Гряда включает в себя около 150 островов общей площадью 37840 км², разделённых на шесть островных групп (с запада на восток): Командорские, Ближние, Крысы, Андреяновские, Четырёхсopочные и Лисьи, причём Четырёхсopочные входят в состав Лисьих островов (Зубкова, 1948). Через 47 проливов Командоро-Алеутской гряды происходит постоянный приток тихоокеанских вод, причём основную роль в водообмене играют проливы западной части гряды (Favorite, 1972). Связь с Северным Ледовитым океаном осуществляется через Берингов пролив, в котором преобладает течение вод с юга на север (Коучмен и др., 1979). Разница в уровне моря между Беринговым и Чукотским морями составляет около 0,5 м. Берингово море имеет площадь 2315 тыс. км², объём 3796 тыс. км³ и является третьим по величине бассейна морем в Мировом океане.

В Беринговом море выделяют (Атлас по океанографии..., 2007) две резко различающиеся зоны: океаническое море и шельф с глубинами менее 200 м. Граница между зонами проходит от мыса Наварин до о. Унимак. Шельфовая зона сосредоточена в северо-восточной части Берингова моря и занимает около 40% от общей площади дна. Юго-западная часть моря представляет собой глубоководную зону с глубинами до 3500 м.

В формировании климата Берингова моря значительную роль играют атмосферная циркуляция и морские течения. Из-за влияния Аляскинского теплого течения климат в восточной части моря более мягкий, чем в западной, где вдоль побережья проходит относительно холодное течение. Среднегодовая температура воздуха уменьшается над акваторией моря в северном направлении – на юге +2 – +4°, на севере до -8°. На Алеутских о-вах средняя зимняя температура колеблется в пределах 0°C, а средняя температура июля

составляет +10°C; в северных районах Берингова моря – -20 и +5°C, соответственно. Среднегодовая сумма осадков колеблется от 280 мм в районе Берингова пролива и до 1000 – 3000 мм на Алеутских о-вах. Максимум осадков приходится на осень и зиму (Власова, 1986; Пономарёва, Исаченкова, 1991).

Лёд начинает формироваться в Беринговом море в октябре и достигает своей южной границы около 60° с. ш. в феврале-марте (Overland, 1981; Пономарёва, Исаченкова, 1991). Следует подчеркнуть, что вся акватория Командоро-Алеутской гряды и юго-восточной Камчатки даже в самые суровые зимы остаётся свободной ото льдов. С апреля лёд постепенно отступает на север и к июлю остаётся только на севере Берингова пролива.

По зоогеографическому районированию данный регион расположен в Северотихоокеанской бореальной области, которая объединяет субарктическую (вся северная часть Берингова моря) и бореальную (южная часть Берингова моря, Алеутские о-ва) природные зоны. Зоогеографическая структура макрозообентоса литорали Берингова моря гетерогенна, но в целом в ней преобладают три зоогеографические группы: тихоокеанские широкобореальные, высокобореальные и бореально-арктические виды (Скарлато, 1960, 1981; Зенкевич, 1963; O'Clar, Chew, 1971).

Глава 2. Обзор литературы

Содержит два раздела. Первый посвящён истории изучения остатков беспозвоночных из археологических памятников Берингоморья. Показано, что, несмотря на обилие археологических памятников и более чем столетнюю историю раскопок, большинство отложений археозоологически изучены очень слабо. В литературе для них приводятся лишь качественные определения на уровне класса или просто упоминания о присутствии беспозвоночных в культурном слое. Не редка практика объединения остатков беспозвоночных из нескольких памятников в единую выборку. По таким данным выявить какие-либо закономерности динамики видового состава и количественного соотношения видов беспозвоночных во времени не представляется возможным. Только по немногим памятникам приводятся количественные данные по фауне

беспозвоночных по датированным слоям с описанием структуры и морфологии горизонтов. Анализ фауны беспозвоночных из отложений показал, что эти же виды и сейчас встречаются на литорали Берингова моря. Причём, виды, остатки которых обильны в отложениях, преобладают и на современной литорали. Единственное исключение из этого составляют морские ежи *Strongylocentrotus* spp. и сердцевидки *Clinocardium nuttallii*, обилие которых на литорали в среднем и позднем голоцене было выше, чем наблюдается в наши дни.

Второй раздел посвящён имеющимся в литературе палеоэкологическим реконструкциям для района Берингова моря. По результатам изучения торфяников, озёрных отложений, остатков фауны в культурных слоях и др. объектов было установлено, что на протяжении голоцена климат постоянно менялся. Анализ голоценовой динамики уровня моря показал, что на различных участках Берингоморского побережья тектонические изменения были разнонаправленными и проявлялись в различной степени. Следовательно, данные, полученные по одному участку побережья, нужно с большой осторожностью использовать для других районов.

Глава 3. Материалы и методы

Для восстановления динамики фауны беспозвоночных и условий их обитания в среднем и позднем голоцене, помимо обширного литературного материала, было использовано около 60 тыс. определений субфоссильных беспозвоночных из 12 археологических памятников, два из которых расположены на территории Камчатки, два – на северо-востоке Чукотки и восемь – на Алеутских о-вах: Адаке, Булдыре и Шемье (Рис. 1).

Раскопки отложений и отбор субфоссильного материала осуществлялись в соответствии со стратиграфией отложения по стандартной методике (Динесман и др., 1996). Радиоуглеродное датирование слоёв проводилось по коллагену костей. Было сделано 30 радиоуглеродных датировок, которые мы привели к календарным датам. Для устранения искажения датировок из-за резервуар-эффекта применялась калибрационная кривая Marine04 (Reimer, Reimer, 2001; Hughen et al., 2004) и региональная поправка $\Delta R=220\pm 50$ (Stuiver,

Braziunas, 1993). Графики скорости роста отложений были построены методом линейной интерполяции.

Для определения остатков беспозвоночных использовались коллекции Зоомузея МГУ, ИПЭЭ РАН и ЗИН РАН. Для изучения динамики фауны беспозвоночных были использованы различные методы количественного учёта остатков. При учёте брюхоногих моллюсков за один экземпляр принималась раковина, целостность которой была больше 50%. Учёт хитонов, усонюгих раков и брахиопод проводился по общему количеству остатков (ОКО). Количество двустворчатых моллюсков подсчитывалось по общему количеству замков раковины, морских ежей – по элементам Аристотелева фонаря, половым и мадрепоровым табличкам. (Антипушина, 2008а). Для оценки величины добычи использовалась скорость накопления остатков (экз./100 лет*м²), а в качестве показателя относительной численности промысловых животных – концентрация остатков (экз./м³) (Динесман и др., 1996; Динесман, Савинецкий, 2003). Количественный учёт мшанок и полихет не проводился, а только отмечалось их наличие в слоях отложения. Значение биоразнообразия оценивалось индексом Бриллюэна. В отличие от таких традиционно используемых индексов биоразнообразия, как индекс Шеннона, данный показатель применяют для сравнения материала, собранного избирательно, например, из музейных коллекций (Мэгарран, 1992). Для зоогеографического анализа мы использовали номенклатуру зональных ареалов по О.А. Скарлато (1981).

Мы провели анализ стабильных изотопов кислорода в кальците табличек усонюгих раков *Semibalanus cariosus*, т.к. динамика соотношения изотопов кислорода O¹⁶ и O¹⁸ отражает изменение температуры окружающей среды. Анализ 84 образцов был проведен по стандартной методике на масс-спектрометре Thermo- Finnigan DELTA-V Plus.

Чувствительность морских организмов к условиям окружающей среды проявляется не только в изменении химического состава раковины, но и её формы. Так, в условиях сильного прибойного режима раковины брюхоногих

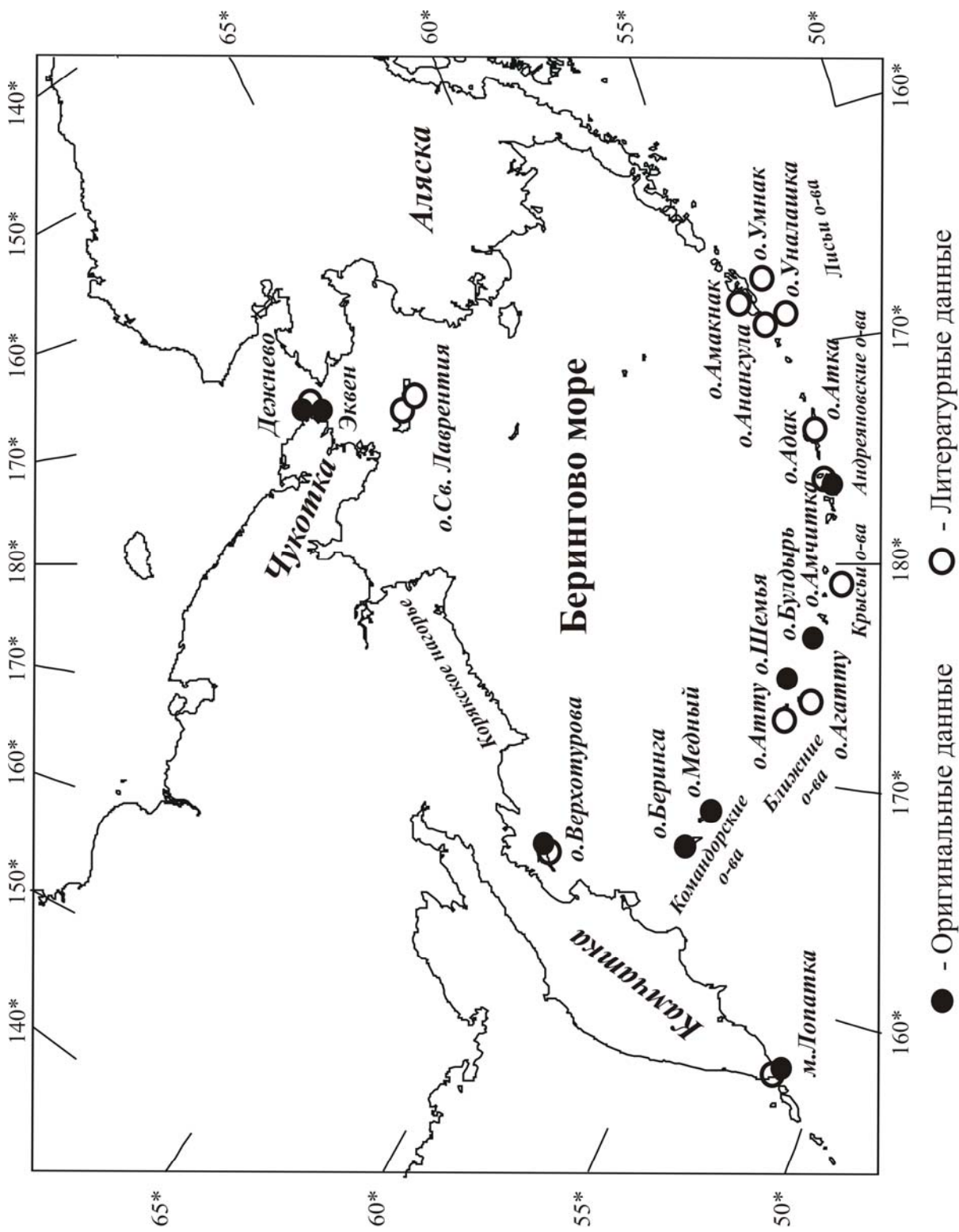


Рис. 1. Места сбора материала

моллюсков *Patellogastropoda* становятся более уплощенными, а у литорин развивается более широкое устье (Janson, Sundberg, 1983; Cabral, Silva, 2003). Мы сделали промеры 230 раковин блюдечек *Lottia pelta* и литорин *Littorina sitkana* по пяти параметрам. Около 200 проб современной фауны беспозвоночных были собраны с разных типов литорали о. Адак (Алеутские о-ва), о. Медный и о. Беринга (Командорские о-ва). При этом был сделан акцент на те систематические группы беспозвоночных, остатки которых сохраняются в археологических памятниках. Это позволило сопоставить фауну беспозвоночных голоценовых отложений с фауной современной литорали.

Глава 4. Результаты исследований остатков беспозвоночных в культурных слоях древних поселений Берингоморья

Алеутские острова

На о. Адак, входящем в центральную часть гряды в группе Андреяновских о-вов, мы исследовали культурные слои трёх древнеалеутских поселений: ADK-009, ADK-012 и ADK-171.

Согласно результатам радиоуглеродного анализа отложение **ADK-009** формировалось на протяжении более тысячи лет – с 8 до 19 вв. н.э. В культурном слое, мощность которого составила 144 см, было выделено 5 слоёв, разделенных гумусово-зольными прослойками. Фаунистический состав беспозвоночных представлен остатками (N=35 тыс.) 63 таксонов девяти систематических групп: мшанки, полихеты, хитоны, брюхоногие и двустворчатые моллюски, брахиоподы, усоногие и десятиногие раки, морские ежи. Преобладают остатки морских ежей *Strongylocentrotus polyacanthus* (50-70%), мидий *Mytilus trossulus* (9-25%), усоногих раков *Semibalanus cariosus* (12-18%), брюхоногих моллюсков *Littorina sitkana* (3,7%) и *Lottia pelta* (2,5%), хитонов *Katharina tunicata* (1,0%).

В слоях изученного отложения доминируют эпифаунные виды – более 90%. Доля инфаунных видов не превышает 10%. Такое соотношение было стабильным на протяжении формирования отложения, следовательно, литораль бухты Свипер с 8 в. до наших дней была каменистой с некоторой

долей рыхлого субстрата.

При зоогеографическом анализе мы выделили три группы моллюсков, имеющих преимущественно бореально-арктическое, высокобореальное и низкобореальное распространение. Их соотношение изменялось по слоям отложения. Доля бореально-арктических и высокобореальных видов в период формирования IV слоя отложения (с сер. 11 до сер. 13 вв.) уменьшается по сравнению с предыдущим периодом, затем (с сер. 13 до сер. 16 вв.) значительно увеличивается и в период с сер. 16 до 19 вв. вновь уменьшается. Кроме того, в IV и I слоях отложения обнаружены остатки низкобореального вида *Nucella heyseana*, не характерного для данного региона. Эти изменения, вероятно, были результатом смены температурного режима. Период формирования V слоя (с 8 до сер. 11 вв.) был несколько более прохладным, чем последующий. Более тёплый температурный режим с сер. 11 до сер. 13 вв. способствовал проникновению низкобореального вида *Nucella heyseana* в более высокие широты, а также отразился на уменьшении доли холодолюбивых видов. Увеличение доли остатков бореально-арктических и высокобореальных видов с сер. 13 до сер. 16 вв. свидетельствует о становлении более холодного температурного режима. В целом по литературным данным период относительного потепления с сер. 11 до сер. 13 вв. совпадает с так называемой «средневековой тёплой эпохой», а период с середины 13 в. до середины 16 в. – с так называемым «малым ледниковым периодом».

Наши исследования показали (Динесман и др., 1996; Антипушина, 2008б), что скорость накопления остатков отражает величину добычи, а изменение концентрации остатков является показателем вековой динамики численности. Величина добычи практически всех видов – как промысловых, так и сопутствующих – постепенно росла с 8 в. и достигла максимального значения в 15 – сер. 16 вв., а затем снизилась. При этом следует отметить, что численность основных промысловых видов с сер. 13 до сер. 16 вв., несмотря на усиленный промысел, изменялась незначительно. Т.е., несмотря на интенсификацию морского собирательства, численность основных

промысловых видов была относительно стабильной. Расчеты значений индекса биоразнообразия показали, что в период с 15 в. до наших дней они остаются высокими и не сильно отличаются от современного значения. Кроме того, даже при интенсивном промысле этот показатель не снижается. Все это свидетельствует об увеличении продуктивности литоральной зоны, что в данном районе происходит во время относительного похолодания, а также позволяет сделать вывод, что традиционное природопользование древних алеутов не снижало численности основных промысловых видов беспозвоночных и биоразнообразия.

Согласно этнографическим данным, древние алеуты собирали беспозвоночных на литорали во время отлива и не использовали орудий для сбора фауны с небольшой глубины (Вениаминов, 1840). Тем не менее, в отложении обнаружены не только литоральные, но и сублиторальные виды. Доля сублиторальных видов в слоях, сформированных с 8 до 15 вв., остается в пределах 1,5 – 2,0%. В период формирования II слоя (15 – сер. 16 вв.) наблюдается увеличение доли сублиторальных видов до 6,0%, а затем она уменьшается вдвое. Увеличение доли сублиторальных видов могло произойти по разным причинам, в том числе из-за усиления штормовой активности. Чтобы проверить данное предположение мы провели морфометрический анализ 230 раковин блюдечек *Lottia pelta* и литорин *Littorina sitkana* из слоев отложения. Как было сказано выше, в условиях сильного прибойного режима происходит изменение формы раковин моллюсков (см., например, Cabral, Silva, 2003). Однако в морфометрических показателях раковин блюдечек и литорин по слоям отложения не было обнаружено значительных изменений. Отношение длины к высоте раковины блюдечек в среднем составило 0,34 – 0,40. Для литорин отношение высоты устья к высоте раковины (0,70 – 0,74) и отношение ширины устья к ширине раковины (0,53 – 0,59) также значительно не изменялись по слоям отложения. Следовательно, за время накопления отложения изменений штормовой активности отмечено не было. Наличие остатков сублиторальных видов в отложении можно объяснить выходом в

приливную зону организмов, обитающих обычно в сублиторали, что также могло быть связано с похолоданием.

Анализ стабильных изотопов кислорода в остатках усоного рака *Semibalanus cariosus* по слоям отложения ADK-009 (Рис. 2) позволил проследить динамику климата с 8 до 19 вв. более подробно и установить, что выделяемые периоды похолодания и потепления (в частности «малый ледниковый период») были неоднородными по своим климатическим характеристикам. Как было сказано выше, изменение значений $\delta^{18}\text{O}$ отражает динамику температурных условий таким образом, что повышение содержания $\delta^{18}\text{O}$ в органогенных карбонатах свидетельствует о понижении температуры. Исходя из этого, похолодание было наиболее ярко выражено в 9, 15 и 18 вв. н.э. Полученные данные согласуются с результатами дендрохронологических исследований в Арктике (Hantemirov, Shiyatov, 2002), следовательно, отмеченные климатические изменения носили глобальный, а не локальный характер.

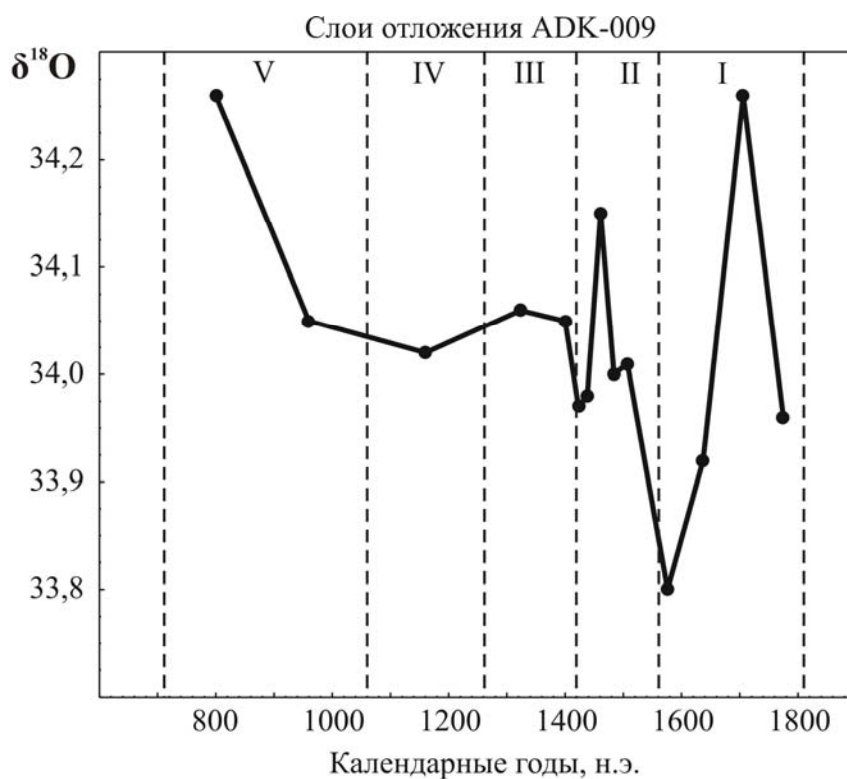


Рис. 2. Динамика значений $\delta^{18}\text{O}$ в слоях отложения ADK-009

Культурные слои отложения **ADK-171** сформировались за непродолжительное время (не более чем сто лет) в IV-V тысячелетии до н.э.

или около 6000 л.н. Следует отметить, что возраст самого древнего отложения, обнаруженного на о. Анангула (Алеутские о-ва) составил 8000 л.н., однако в нём не было обнаружено остатков фауны. Т.е., мы исследовали уникальное отложение, которое является самым древним археологическим памятником Берингоморья с богатым фаунистическим материалом. Мы определили более 4200 остатков двустворчатых и брюхоногих моллюсков, хитонов, усоногих раков и морских ежей. На протяжении существования древнего поселения структура литорального сообщества изменялась. От более древнего слоя отложения к более молодому наблюдается уменьшение доли эпифаунных видов, особенно мидий (от 59 до 23%). Одновременно происходит увеличение доли сердцевидок (от 27 до 66%) и других видов двустворчатых моллюсков, зарывающихся в песок. Доля морских ежей также увеличивается от 7,5 до 22%. Учитывая непродолжительный период формирования отложения, это вряд ли свидетельствует о смене характера литорали лагуны Клэм 6000 л.н. Скорее всего древние охотники в относительно замкнутой лагуне снизили численность калана настолько, что обилие сердцевидок и морских ежей резко возросло.

В нижнем слое отложения ADK-171 остатки баянуса *Balanus crenatus* преобладают над остатками других видов усоногих раков. Данный вид на литорали морей Северной Пацифики, кроме Охотского, занимает подчинённое положение. Однако в холодноводных условиях он выходит в доминанты (Тарасов, Зевина, 1957). Исходя из этого, можно предположить, что 6000 л.н. существовал относительно холодный температурный режим. Наше предположение согласуется с результатами, которые были получены при анализе ихтиофауны из этого же отложения (Крылович, 2008).

Памятник **ADK-012** был повреждён во время строительства дороги; стратиграфия отложения нарушена (Wilmerding, 2006). Предположительно формирование культурного слоя происходило в первой половине I тыс. н.э. Определено около 7500 остатков беспозвоночных, принадлежащих к тем же таксономическим группам, что и в отложении ADK-171. Здесь, как и в отложении ADK-171, высока доля остатков усоного рака *Balanus crenatus*.

Вероятно в первой половине I тыс. н.э. также существовал относительно холодный температурный режим. Это согласуется с результатами анализа торфяника на о. Шемья (Киселёва и др., 2002) и озёрных отложений на Аляске (Hu et al., 1998).

О. Булдырь является самым изолированным в Алеутской гряде и самым западным островом в группе Крысыих о-вов. На северо-западном побережье были обнаружены остатки единственного древнего поселения **KIS-008**. Накопление непо потревоженной части культурного слоя происходило в период 14 – 16 вв. н.э., т.е., по времени формирования он перекрывается с III – I слоями отложения ADK-009. В отложении обнаружены остатки (N=11267) брюхоногих и двустворчатых моллюсков, усонюгих раков и морских ежей, причём доля последних составляет 97,8% (N=11019) от общего количества остатков. Такое однообразие литорального сбора связано с тем, что на о. Булдырь (который является вершиной небольшого вулкана) литоральная зона не выражена. Накопление памятника происходило равномерно, однако в нём можно выделить слои, в которых количество остатков увеличивается почти в 10 раз. Максимальное количество остатков, как и в отложении ADK-009, отмечено в слоях, время формирования которых приходится на 15 в. н.э. и, вероятно, связано с увеличением продуктивности литорального сообщества, вызванное относительным похолоданием в это время.

Самым западным исследованным нами островом Алеутской гряды был о. **Шемья**, входящий в группу Ближних о-вов. Здесь были исследованы культурные слои четырёх древних поселений: Шемья-3 (SH-3), Шемья-6 (SH-6), Шемья-7 (SH-7) и Шемья-9 (SH-9). Культурные слои трёх поселений на о. Шемья (SH-3, SH-6 и SH-9) сформировались примерно одновременно – в I тыс. н.э. Культурный слой поселения Шемья-7 накапливался на границе I тыс. до н.э. и I тыс. н.э. Ограниченное количество материала позволило нам определить только фаунистический состав, который был сходен для всех отложений. Основными промысловыми объектами на о. Шемья были морские ежи, хитоны и литорины.

Камчатка

Нами изучен материал с двух географических точек Камчатки: с мыса Лопатка и с о. Верхотурова. При археологическом исследовании культурного слоя древнеителменской стоянки в устье р. Рябухина на **мысе Лопатка** было сделано три радиоуглеродные датировки для верхнего, среднего и нижнего горизонтов культурного слоя – 3050 ± 70 , 3000 ± 150 и 3330 ± 100 л.н., соответственно (Пономаренко, 1993). Мы откалибровали приведенные даты и установили, что накопление слоя происходило между II тыс. и второй половиной I тыс. до н.э. При изучении небольшого подъёмного материала, собранного на этой стоянке, мы определили остатки шести таксонов четырёх систематических групп беспозвоночных: брюхоногие и двустворчатые моллюски, усоногие раки и морские ежи.

При раскопках древних корякских поселений 16-18 вв. на **о. Верхотурова** археологами обнаружены довольно плотные скопления остатков беспозвоночных (Пташинский, 1999). Однако для определения нам были переданы единичные образцы.

Мы склонны предположить, что видовое разнообразие древних памятников Камчатки значительно выше, однако ограниченное количество материала не позволяет нам сделать более подробные выводы.

Чукотка

На северо-востоке Чукотки были исследованы остатки поселений Дежнёво и Эквен, культурные слои которых начали формироваться одновременно на рубеже I тыс. до н.э. и I тыс. н.э. (Динесман и др., 1996). При изучении моллюсков из культурного слоя **пос. Дежнёво** (Буяновский, Савинецкий, 1995; Динесман и др., 1996) авторы выявили динамику численности мидии, гренландской сердцевидки и песчаной ракушки, которую объяснили вековыми изменениями уровня моря в районе поселения. Так подъём уровня моря между I тыс. до н.э. и I тыс. н.э. вызвал перестройку подводного берегового склона, береговой линии и рельефа берегов северо-востока Чукотки. Именно в этот период численность гренландской сердцевидки

и песчаной ракушки, поселяющихся на рыхлых грунтах, была наиболее низкой. При стабильном уровне моря на протяжении I тысячелетия н.э. численность моллюсков росла. Новый подъём уровня моря на границе I и II тыс. н.э. вызвал ещё один цикл перестройки морского дна, и численность всех трёх видов снова упала.

Древние жители Чукотки целенаправленного промысла моллюсков не вели, а собирали только вынесенных на берег особей. Наши данные по материалу из раскопов Дежнёвского и Эквенского поселений позволили расширить видовой состав беспозвоночных. В целом, фаунистический состав отложений сходен и представлен остатками 14 таксонов трёх систематических групп: брюхоногие и двустворчатые моллюски, усоногие раки. Только в культурном слое **пос. Эквен** были обнаружены остатки усоногих раков *Coronula reginae*, поселяющихся на коже китов. Их наличие здесь объясняется китовым промыслом, который для древних жителей Чукотки играл важную роль в жизнеобеспечении (Крупник, 1989).

Динамика зоогеографической структуры беспозвоночных литорали Берингова моря (на примере о. Адак, Алеутские о-ва)

Для зоогеографического анализа современных беспозвоночных литорали о. Адак мы использовали только те виды, остатки которых сохраняются в отложении. Это позволило сопоставить современную фауну с фауной голоценовых отложений (табл. 1).

Результаты зоогеографического анализа субфоссильных беспозвоночных показали, что в целом зоогеографическая структура фауны беспозвоночных данного региона уже 6000 л.н. походила на современную. Для зоогеографической структуры беспозвоночных Берингова моря характерна гетерогенность, но при этом и в современных и субфоссильных зоогеографических спектрах преобладают три группы: тихоокеанские широкобореальные, бореально-арктические и высокобореальные виды. В примерно равном соотношении представлены тихоокеанские приазиатские и

приамериканские бореальные виды. Кроме того, отмечены амфибореальные и другие группы видов.

Табл. 1. Зоогеографическая структура беспозвоночных литорали о. Адак
(со среднего голоцена до наших дней)

| Зоогеографическая группа | Фауна среднего голоцена | | Фауна позднего голоцена | | Современная фауна | |
|--|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------|------|
| | Кол-во видов | % | Кол-во видов | % | Кол-во видов | % |
| Тихоокеанские широкобореальные | 10 | 52.6 | 15 | 36.6 | 18 | 42,9 |
| Тихоокеанские бореально-арктические | 3 | 15.8 | 9 | 22.0 | 8 | 19,0 |
| Тихоокеанские широко распространённые высокобореальные | 1 | 5.3 | 5 | 12.2 | 2 | 4,8 |
| Биполярные | 1 | 5.3 | 1 | 2.4 | 2 | 4,8 |
| Амфибореальные | 1 | 5.3 | 2 | 4.9 | 4 | 9,5 |
| Тихоокеанские приазиатские бореальные | 1 | 5.3 | 4 | 9.8 | 4 | 9,5 |
| Тихоокеанские приазиатские высокобореальные | – | – | 1 | 2.4 | – | – |
| Тихоокеанские приазиатские низкобореальные | – | – | 1 | 2.4 | – | – |
| Тихоокеанские приамериканские бореальные | 2 | 10.5 | 3 | 7.3 | 4 | 9,5 |
| Σ | 19 | 100 | 41 | 100 | 42 | 100 |

Таким образом, хоть относительная численность видов изменялась в зависимости от динамики условий, в целом зоогеографическая структура фауны беспозвоночных данного региона уже 6000 л.н. походила на современную.

Заключение

Изучение остатков беспозвоночных из культурных слоёв древних поселений Берингоморья показало, что фаунистический состав беспозвоночных со среднего голоцена значительно не менялся. Виды, являющиеся массовыми в отложениях, доминируют на литорали Берингова моря и в настоящее время.

Древние приморские жители добывали для использования в пищу около 20 видов беспозвоночных, особенно морских ежей *Strongylocentrotus polyacanthus*, мидий *Mytilus trossulus*, сердцевидок *Clinocardium nuttallii*, усоногих раков *Semibalanus cariosus*, брюхоногих моллюсков *Littorina sitkana* и *Lottia pelta*, хитонов *Katharina tunicata*. Следует отметить, что по характеру отложений промысел жителей северных и южных районов Берингова моря различался. В жизнеобеспечении обитателей южной части Берингова моря сбор беспозвоночных играл важную роль, в то время как жители северных районов целенаправленного промысла не вели, а собирали только выброшенных волнами особей.

Результаты зоогеографического анализа субфоссильных беспозвоночных показали, что зоогеографическая структура фауны беспозвоночных данного региона уже 6000 л.н. походила на современную. Для зоогеографической структуры беспозвоночных Берингова моря характерна гетерогенность, но при этом и в современных и в субфоссильных зоогеографических спектрах преобладают три группы: тихоокеанские широкобореальные, бореально-арктические и высокобореальные виды.

Хотя состав фауны беспозвоночных со среднего голоцена значительно не менялся, относительная численность видов изменялась в зависимости от динамики условий. На динамику фауны беспозвоночных оказывали влияние такие факторы, как биоценотические изменения, изменения уровня моря и характера субстрата, а также климатические изменения.

В качестве иллюстрации биоценотических изменений можно рассмотреть динамику фаунистического состава в отложении ADK-171 (о. Адак, Алеутские о-ва). Следует помнить, что отложение формировалось непродолжительное

время, по нашим оценкам менее ста лет. Поэтому наблюдаемое изменение структуры литорального сообщества вряд ли свидетельствует о смене характера литорали лагуны Клэм 6000 л.н. Скорее всего причиной этого было снятие давления калана на поселения сердцевидки и морского ежа в результате охотничьей деятельности древнего человека. Следует отметить, что обилие морских ежей и сердцевидок на литорали Берингова моря в среднем и позднем голоцене было значительно выше, чем наблюдается в наши дни. Причиной может быть прекращение в последние десятилетия промысла калана и увеличение его численности.

Не менее важной причиной динамики фауны беспозвоночных являются вековые изменения уровня моря и характера субстрата, что можно продемонстрировать на примере динамики численности моллюсков из отложения на северо-востоке Чукотки. Изучение моллюсков из культурного слоя пос. Дежнёво (Буяновский, Савинецкий, 1995; Динесман и др., 1996) показало, что именно этими причинами определяется динамика численности мидии, гренландской сердцевидки и песчаной ракушки. Однако, анализ фауны беспозвоночных из отложения центральной части Алеутской гряды (ADK-009), сформированного примерно в это же время показал, что литораль бухты Свипер с VIII в. н.э. была преимущественно каменистой, и ее характер существенно не менялся до наших дней. Кроме того, по результатам морфометрического анализа раковин брюхоногих моллюсков в указанный период времени не было отмечено изменения штормовой активности. Это говорит о том, что вековые изменения уровня моря и характера субстрата носят локальный характер.

Кроме двух перечисленных факторов, на население беспозвоночных большое влияние оказывали климатические изменения. Так в отложениях, сформированных в IV-V тыс. до н.э. и в первой половине I тыс. н.э., мы обнаружили изменения в структуре сообщества таких обрастателей, как усоногие раки. Преобладающим видом среди усоногих раков был *Balanus crenatus*. Известно, что данный вид на литорали морей Северной Пацифики,

кроме Охотского, занимает подчиненное положение, но в холодноводных условиях он выходит в доминанты. Исходя из этого, можно предположить, что в IV-V тыс. до н.э. и в первой половине I тыс. н.э. существовал относительно холодный температурный режим, что отразилось на изменении структур сообщества обрастателей. Наше предположение согласуется с результатами, которые были получены при анализе ихтиофауны из отложения ADK-171 (Крылович, 2008), анализа торфяника на о. Шемья (Киселёва и др., 2002) и озёрных отложений на Аляске (Hu et al., 1998).

Наиболее длительную динамику фауны беспозвоночных удалось восстановить по материалу из отложения ADK-009, накопление которого происходило с 8 до 19 вв. н.э.

При зоогеографическом анализе мы выделили три группы моллюсков, имеющих преимущественно бореально-арктическое, высокобореальное и низкобореальное распространение. Уменьшение доли арктическо-бореальных и высокобореальных видов наблюдается с сер. 11 до сер. 13 и с сер. 16 до 19 вв. н.э. Тогда же были обнаружены остатки низкобореального вида *Nucella heyseana*, не характерного для данного региона. Напротив, с сер. 13 до сер. 16 вв. доля арктическо-бореальных и высокобореальных видов увеличивается. Эти изменения, вероятно, были результатом смены температурного режима. Период с 8 до сер. 11 вв. был несколько более прохладным, чем последующий. Более тёплый температурный режим с сер. 11 до сер. 13 вв. способствовал проникновению низкобореального вида *Nucella heyseana* в более высокие широты, а также отразился на уменьшении доли холодолюбивых видов. Увеличение доли остатков арктическо-бореальных и высокобореальных видов с сер. 13 до сер. 16 вв. свидетельствует о становлении более холодного температурного режима.

Исследование динамики соотношения литоральных и сублиторальных видов в этом же отложении показало, что в период с 15 до сер. 16 вв. происходит увеличение доли сублиторальных видов. По этнографическим данным известно, что древние алеуты не использовали орудий для сбора фауны

с глубины. Кроме того, согласно результатам морфометрического анализа в указанный период времени прибойный режим был стабильным. Подъем сублиторальных видов на литораль также свидетельствует о похолодании в этот период.

В этот же период отмечена максимальная величина добычи практически всех видов, как промысловых, так и сопутствующих. Однако, несмотря на увеличение промысла, общая численность основных промысловых видов не уменьшалась. Кроме того, значения индекса биоразнообразия с 15 в. до наших дней остаются высокими даже при интенсивном промысле и не сильно отличаются от современного значения. Все это явно свидетельствует об увеличении продуктивности литоральной зоны, что в данном районе происходит во время относительного похолодания, а также позволяет сделать вывод, что традиционное природопользование древних алеутов не снижало численности основных промысловых видов беспозвоночных и биоразнообразия.

Анализ стабильных изотопов кислорода позволил проследить изменения климата за указанный период более подробно и определить, что выделяемые периоды потепления и похолодания (в частности «малый ледниковый период») были неоднородными по своим климатическим характеристикам. Наиболее ярко похолодание было выражено в 9, 15 и 18 вв., а длительный период потепления отмечается с сер. 11 до 13 вв. Полученные данные согласуются с результатами дендрохронологических исследований в Арктике, следовательно, отмеченные климатические изменения носили глобальный, а не локальный характер.

Выводы

1. Древние приморские жители добывали для использования в пищу около 20 видов беспозвоночных, особенно морских ежей *Strongylocentrotus polyacanthus*, мидий *Mytilus trossulus*, сердцевидок *Clinocardium nuttallii*, усоногих раков *Semibalanus cariosus*, брюхоногих моллюсков *Littorina sitkana* и *Lottia pelta* и хитонов *Katharina tunicata*;
2. Сбор беспозвоночных играл важную роль в жизнеобеспечении обитателей южной части Берингова моря. Жители же северной части Берингова моря целенаправленной добычи беспозвоночных не вели, а собирали только выброшенных волнами особей;
3. Традиционное природопользование древних жителей Берингоморья не снижало численности основных промысловых видов беспозвоночных и биоразнообразия;
4. Состав фауны беспозвоночных со среднего голоцена менялся незначительно, однако относительная численность видов изменялась в зависимости от динамики условий;
5. На динамику фауны беспозвоночных оказывали влияние такие факторы, как биоценотические изменения и изменения уровня моря и характера субстрата, которые носили локальный характер, а также климатические изменения, которые имели более общий характер;
6. При анализе динамики фауны беспозвоночных были выделены периоды с более тёплым и более холодным температурным режимом. Существование более холодных условий отмечается в IV-V тыс. до н.э., в первой половине I тыс. н.э., с 8 до сер. 11 вв. н.э. и с сер. 13 до сер. 16 вв. н.э., причем наиболее ярко похолодание было выражено в 9, 15 и 18 вв. Более тёплый температурный режим был с сер. 11 до сер. 13 вв. н.э.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Антипушина Ж.А.**, Пахневич А.В. 2007. Морские ежи из раковинных куч Алеутских островов // Бюллетень МОИП. Отдел Геологический 82 (2): 80 – 81.
2. **Антипушина Ж.А.**, Киселёва Н.К., Хасанов Б.Ф., Пахневич А.В., Крылович О.А, Сиренко Б.И., Савинецкий А.Б. 2009. Динамика фауны беспозвоночных литорали о. Адак, Алеутские о-ва, в позднем голоцене по археозоологическим данным // Экология. 40 (2): 140 – 148.
3. **Антипушина Ж.А.** 2006а. Анализ голоценовых беспозвоночных из археологического памятника АДК-009 на о. Адак (Алеутские о-ва) // Материалы Российской научной конференции «Динамика современных экосистем в голоцене». М.: Т-во научных изданий КМК. С. 24 – 29.
4. **Антипушина Ж.А.** 2006б. Современные и голоценовые беспозвоночные о. Адак, Алеутские о-ва // Материалы конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН «Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых учёных». М.: Т-во научных изданий КМК. С. 11 – 16.
5. **Антипушина Ж.А.** 2008а. Количественный учёт остатков беспозвоночных в археологических памятниках // Материалы конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН «Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых учёных». М.: Т-во научных изданий КМК. С. 24 – 30.
6. **Антипушина Ж.А.** 2008б. Динамика биоразнообразия беспозвоночных литорали Командоро-Алеутской гряды в голоцене // Доклады VIII международной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». П.-Камчатский: Камчатпресс. С. 6 – 15.
7. **Антипушина Ж.А.**, Пахневич А.В. 2004. Голоценовые усонogie раки о. Адак (Алеутские о-ва) // Палеострат-2004. Москва. С. 7.

8. **Антипушина Ж.А.**, Ульянов О.М., Пахневич А.В. 2004. Остатки беспозвоночных из культурного слоя археологических памятников побережья Берингова пролива // Материалы конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН «Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых учёных». М.: Т-во научных изданий КМК. С. 13 – 15.

9. Пахневич А.В., **Антипушина Ж.А.** 2005. Реконструкция бентосного голоценового сообщества на основе изучения древнеалеутской стоянки (о. Адак, Алеутские о-ва) // Материалы I международной научно-практической конференции «Роль экологического пространства в обеспечении функционирования живых систем». Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина. С. 34 – 36.

10. Пахневич А.В., **Антипушина Ж.А.** 2005. Морские беспозвоночные из культурного горизонта древнеалеутских стоянок // Материалы IV Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода «Квартер – 2005». Сыктывкар: Геопринт. С. 315 – 316.

11. **Antipushina Zh.** 2007. Application of marine mollusc remains from shell middens for paleoenvironmental reconstructions // Abstracts. XVI World Congress of Malacology. Antwerp, Belgium. P. 10.

12. **Antipushina Zh.** 2008. Analysis of malacofauna remains from archaeological sites on Adak Island, Aleutian Islands // II meeting of the ICAZ Archaeomalacology Working Group «Not only food: marine, terrestrial and freshwater molluscs in archaeological sites». Santander, Spain. P. 58 – 59.

13. **Antipushina Zh.** 2010. Analysis of malacofauna remains from archaeological sites on Adak Island, Aleutian Islands // Archaeofauna. In press.

14. Savinetsky A.B., West D.L., **Antipushina Zh.**, Khassanov B.F., Kiseleva N.K., Krylovich O.A., Pereladov A.M.. 2009. The Reconstruction of Ecosystems History of Adak Island (Aleutian Islands) during the Holocene // Alaskan Journal of Anthropology. In press.