

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Д.Д. ПИРЮЛИН

ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ

И ВЫСОХШЕГО ДНА

АРАЛЬСКОГО МОРЯ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Д.Д. ПИРЮЛИН

ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ
И ВЫСОХШЕГО ДНА
АРАЛЬСКОГО МОРЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014

Д.Д. Пирюлин. Членистоногие временных водоемов и высохшего дна Аральского моря. – СПб., ЗИН РАН, 2014. 110 с.

Монография посвящена фауне членистоногих Приаралья и закономерностям формирования энтомокомплексов на обнажившемся дне Аральского моря. Показано, что фауна артропод северного Приаралья достоверно отличается от фаун Прикаспия и южного Турана, поэтому северное Приаралье можно рассматривать как биогеографический район в составе Приаральской подпровинции северного Турана. Формирование энтомокомплексов на бывшем дне Аральского моря представляет длительный поэтапный процесс и скоррелировано с формированием фитоценозов. На примере фауны артропод удалось показать, что постаквальные территории Приаралья способны поэтапно, за 30–35 лет, формировать экосистемы, близкие к зональным субклиматским.

Книга предназначена для энтомологов, гидробиологов, ботаников и студентов соответствующих специальностей.

Библ. 131. назв. Табл.34. Илл. 3.

Главный редактор –
директор Зоологического института РАН
член-корр. РАН *О.Н. Пугачев*

Редакционная коллегия:

*Н.Б. Ананьева (отв. ред.), Е.Л. Мархасева (секретарь), А.О. Аверьянов, Н.В. Аладин,
А.Ф. Алимов, Т.А. Асанович, А.В. Балушкин, В.Я. Бергер, С.Д. Гребельный, М.В. Крылов,
С.Я. Резник, Б.И. Сиренко, М.К. Станюкович, А.Н. Тихонов,
В.В. Хлебович, С.Я. Цалолихин*

Редакторы:

Н.В. Аладин, В.А. Кривохатский

Рецензенты:

С.М. Голубков, А.В. Макрушин

ISBN 978–5–98092–048–7

©Д.Д. Пирюлин, 2014

©Зоологический институт РАН, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая Вашему вниманию книга – это несколько сокращенный и лишь слегка отредактированный вариант кандидатской диссертации, которая была подготовлена и успешно защищена Д. Д. Пирюлиным в Совете Зоологического института РАН. Мы, его бывшие руководители, сознательно старались максимально сохранить тот стиль изложения научного материала, который был присущ автору. Бывшие оппоненты этой диссертации согласились теперь стать и рецензентами предлагаемой Вашему вниманию книги.

К сожалению, издание этой книги затянулось из-за глобального финансового кризиса, грянувшего после трагической гибели Давыда Давыдовича. За несколько лет друзья и соратники Д. Д. Пирюлина смогли собрать нужную сумму, но все жертвователи были против упоминания их фамилий, и мы не будем приводить их добрых имён. Вспомним лишь одно: речь идет о писателе и журналисте из Казахстана Валерии Григорьевиче Хижняке, воспевающем природу Средней Азии и Казахстана. Он, будучи сам неизлечимо больным человеком, был одним из первых жертвователей на эту книгу. Осенью 2013 г. мы (незадолго до его смерти) получили от него письмо, где он просил передать книгу Давыда Давыдовича в его библиотеку. Он написал: *«Наш Давыд – настоящий учёный, хороший поэт и просто великолепный фотограф. Память о нём должна сохраняться в его научных трудах, стихотворных сборниках и фотоальбомах. Пожалуйста, передайте моей жене его научную книгу. Буду просить ее поставить эту научную книгу Д. Д. Пирюлина рядом с его стихотворным сборником, что Вы издали ранее. Очень прошу издать и фотоальбом избранных работ Давыда Давыдовича. Рукописи не горят. Пусть и после смерти мои домочадцы и друзья нашей семьи читают научные и стихотворные произведения и смотрят его изумительные фотоработы».*

Н.В. Аладин, В.А. Кривохатский

Введение

Первые проявления современной техногенной регрессии Аральского моря, запланированного мероприятия по преобразованию природы, обернувшегося региональным экологическим кризисом, относятся к концу 1950-х гг. Аральский кризис природопользования долгое время замалчивался, в том числе в научной и учебной литературе. В учебнике по охране природы (Владимиров, 1991) нет даже упоминания о сложной экологической ситуации в регионе.

В последние десятилетия Приаралье стало объектом внимания многих исследователей разного профиля, что не обеспечило пока ни полноты инвентаризационных работ, ни подлинного комплексного биоэкологического мониторинга. Фаунистически суша и пресные воды этого сложно экотонизированного региона (Залетаев, 1989) исследованы весьма поверхностно. Акватория и морская фауна в целом изучена лучше, поскольку в 1940-х – 1970-х гг. на Аральском море регулярно проводили отбор бентосных и планктонных проб по сетке станций с определением численности и биомассы беспозвоночных (Плотников, 1995; Филиппов, 1994а, б). Последующие аналогичные материалы подтверждают деструкцию сообществ гидробионтов, обусловленную повышением солености при регрессии Арала (Aladin et al., 1996, 2000; Orlova et al., 1998; Андреев и др., 1990; Андреев, 1999; Пирюлин, 2001а), инициированной разбором вод транзитных рек Турана, Сырдарьи и Амударьи на орошение (Глазовский, 1990).

Охрана природы в регионе изначально была направлена лишь на сохранение, воспроизводство и интродукцию полезных для человека видов и, являясь придатком охотничьего хозяйства, не имела научной экологической основы. Единственный в Приаралье Барсакельмесский государственный заповедник (БКГЗ) до 1980-х гг. сохранял свой зоотехнический профиль. Быстро была прекращена свыше и работа Географической комиссии по содействию деятельности заповедников и заповедных территорий Казахстана и Средней Азии при Казахском отделении Географического общества АН СССР, планировавшая создание обширной сети заповедников и расширение научной деятельности БКГЗ.

Полузакрытый режим работы в Приаралье во второй половине XX века в связи с засекреченным Байконуром и полигоном на о. Возрождения не способствовал фаунистическим и биоэкологическим исследованиям региона. Не обсуждая даже ареалы членистоногих, отражающие прежде всего кружево маршрутов экспедиций, можно констатировать, что ареалы многих позвоночных в Приаралье известны весьма приблизительно. Так, в 1996 г. на полуострове Коктырнак западнее Аральска Д. Пирюлиным был обнаружен массовый на приморском чинке (клифе) геккон *Cyrtopodion caspius* = *Gymnodactylus caspius* (определение И.С. Даревского), безусловно обитавший здесь и ранее, но северная граница его ареала обозначалась южнее (Ананьева и др., 1998).

Членистоногие суши и амфибионтные виды в Приаралье были изучены совершенно недостаточно; работы по их инвентаризации и выявлению их роли в сообществах велись энтузиастами или случайными визитерами, что было и остается причиной фрагментарности, неполной обработки и, нередко, утраты полученных материалов. На примере Арала еще раз становится очевидна невосполнимость утраты первичных данных любого уровня.

Водные насекомые Арала и Приаралья во многих работах (Бенинг, 1935; Деньгина, 1954 и др.) часто определены лишь в первом приближении. Большинство аральских популяций и ряд видов исчезли до их серьезного изучения, и ретроспективные компилятивные сводки не позволяют оценить величину техногенной потери этой фауны даже на видовом уровне, а тем более на популяционном. Пессимизм исследователя Арала Н.М. Коровчинского (1993) может раздражать, но он прав, задаваясь вопросом: «*Могут ли наши малые возможности поспеть за стремительно меняющимся под антропогенным натиском ликом природы?*» (с. 99).

Предлагаемая книга в основном основана на оригинальных материалах Пирюлина, собранных в Приаралье в 1975–2002 гг., и является попыткой подвести некоторые итоги изучения членистоногих северного Приаралья (включая о. Барсакельмес), особенно истории заселения ими постаквальной суши в период ее формирования при современной регрессии Арала.

Некоторые материалы Пирюлина были использованы в публикациях других авторов: ранние сборы Mutillidae (Лелей, 1985); данные по трофике воробьиных (Елисеев, 1984; 1985); сборы пауков (Павленко, 1985) и жесткокрылых (Конев, 1993; Кабанова, 1995); фотографии ландшафтов (Кузнецов, 1979а) и субфоссильных саксаулов (Aladin, 2001); краткий обзор энтомофауны о. Барсакельмес, написанный автором по просьбе Л.А.Кузнецова (Исмагилов, Кузнецов, Рашек, 1990).

Совместно с Д.Д. Пирюлиным по сопряженной тематике на о. Барсакельмес и в Приаралье работали А.А. Конев (БКГЗ), Н.Б. Кабанова, В.Г. Шишкина, Т.В. Павленко, Д.О. Елисеев (ЛГПИ им. А.И.Герцена). Мы благодарны им за передачу ряда материалов, частично использованных в данной работе или опубликованных отдельно (Конев, 1993; Кабанова, 1995).

Определение собранных материалов консультировали многие специалисты-систематики: по Chelicerata – В.Я. Фет (Сюнт-Хосардагский заповедник); А.В. Громов (Алма-Ата); по Aranei – В.И. Овчаренко (ЗИН); по Orthopteroidea – Л.А. Мищенко (сборы 1970-х гг.; ЗИН), П.В. Озерский (ИЭФ им. Сеченова); по Hemiptera – И.М. Кержнер (ЗИН); по Pterophoridae – А.К. Загуляев (ЗИН); по Microfrenata – М.И. Фалькович (ЗИН); по Geometridae – Е.М. Антонова (Зоомузей МГУ); по Noctuidae – И.Л. Сухарева (ЗИН); по Carabidae – Б.А. Катаев (ЗИН); по Tenebrionidae – Г.С. Медведев (ЗИН); по Curculionidae – Б.А. Коротяев (ЗИН); по Vuprestidae – М.Г. Волкович (ЗИН); по Cerambycidae – А.Л. Лобанов (ЗИН); по Diptera – Э.П. Нарчук (ЗИН); по Mutillidae – А.С. Лелей (ДВНЦ); по Sphecidae – В.Л. Казенас (Институт зоологии, Алма-Ата).

Авторы благодарны всем систематикам, оказавшим помощь в обработке сборов, а также С.Я Цалолыхину (ЗИН), А.Ф. Емельянову (ЗИН), И.С. Плотникову (ЗИН), С.Ф. Лихачеву (ОмГПУ), Л.А. Кузнецову (ЛГПИ), П.Я. Шварцману (ЛГПИ), В.В. Вухреру (Институт ботаники, Алма-Ата), Ю.К. Горелову (ИЭМЭЖ, Москва), В.С. Залетаеву (ИВП, Москва), Географической комиссии по содействию деятельности заповедных территорий при Казахском отделении ВГО, а также РЭУ ЛМС за поддержку работы на Арале и содействие в обработке материалов.

Работа частично была поддержана следующими грантами:

- INTAS Aral Sea 2000-53. Monitoring of the Aral Sea level fluctuation and consequences on Lacustrine and Rivers Ecosystems.
- INTAS Aral-30. Holocene climatic variability and evolution of human settlement in the Aral Sea Basin “CLIMAN”.
- INTAS Aral-39. Restoration and Management Options for Aquatic and Tugai Ecosystems of the Northern Amu Darja Delta Region.

Глава 1.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

1.1. Район исследования

Аральское море находится в центре Прикаспийской низменности Северо-Западной Азии на территории Казахстана (Актюбинская и Кызыл-Ординская области) и Узбекистана (Кара-Калпакия) и представляет собой соленое бессточное озеро, активно пересыхающее и распавшееся на Малый Арал (бассейн Сырдарьи) и Большой Арал (бассейн Амударьи) – (Аладин, Плотников, 1995; Aladin, 2001). Приаралье – одна из самых малонаселенных территорий Северо-Западной Азии, где 90% населения сосредоточено в поймах Амударьи и Сырдарьи. Безводье и бездорожье всегда делало эти места мало оступными для широкого круга натуралистов. Коллекционные материалы редких научных экспедиций лишь в конце XIX – начале XX веков (Ф. Дорандт в 1875 г., Л. Берг в 1900–1903 гг., 1906 г.; J. Ваескманн в 1905 г., С. Малышев в 1908 г., А. Молчанов в 1911 г., Н. Зарудный в 1914 г., Л. Бианки в 1930 г.) заложили основу изучения его фауны.

Большая (северная) часть Приаралья по ландшафтной схеме Северо-Западной Азии (Исаченко, Шляпников, 1989) включается в Северный Туран, и меньшая, южная (район устья Амударьи) – в Южный Туран. Этим ландшафтное районирование отличается от биогеографического, по которому вся рассматриваемая территория Приаралья включается в качестве Приаральской подпровинции в Северотуранскую провинцию Ирано-Туранской подобласти Сетийской (Сахаро-Гобийской) пустынной области (Емельянов, 1974). Граница между Северным и Южным Тураном в биогеографической схеме проходит южнее, чем в ландшафтной, и здесь Северный Туран включает в себя Приаралье целиком. Биогеографическая граница Северного и Южного Турана примерно совпадает с Узбоем (последним руслом Пра-Амударьи), а ландшафтная связана с поздними зонами влияния Пра-Амударьи и Пра-Сырдарьи и проходит по Жанадарье, южному (ныне сухому) руслу Сырдарьи. Несовпадение границ закономерно при районировании по различным критериям (литогенная основа, почвы, рельеф, растительность, животный мир, климат) и во многом объясняется шириной переходных зон (экотонов). Наиболее обширные геоэкотоны в Туране пролегают через южный и северный берег Аральского моря (Залетаев, 1989).

Биогеографически на территории Приаральской подпровинции выделяются **пять биогеографических районов**, непосредственно окружающих Аральское море и соответствующих природным (рис. 1). Эти районы можно рассматривать как элементарные зоогеографические составляющие Приаралья, реальность их существования подтверждается при анализе конкретных фаун (Кривохатский, Пирюлин, 1997).

История формирования региональных и конкретных фаун связана с палеогеографическими и климатическими изменениями в Приаралье. Аральское море появилось лишь в начале голоцена и теперь, через десять тысяч лет после своего возникновения, может полностью исчезнуть.

В территорию Приаралья в качестве природных районов (Бабаев, Фрейкин, 1977) обычно включают (рис. 1, с севера по часовой стрелке): северное Приаралье (в том числе песчаные пустыни Большие и Малые Барсуки, приаральские Каракумы); восточное Приаралье (пойма и низовья Сырдарьи); северные Кызылкумы; пойма Амударьи; западное Приаралье (северо-восточная часть Устюрта). Эти природные районы соответствуют зоогеографическим районам Приаральской подпровинции Северотуранской равнинной зоогеографической провинции (Кривохатский, Пирюлин, 1997).

В настоящей работе мы пользуемся единой схемой зоогеографического районирования Палеарктики А.Ф. Емельянова (1974). Приведенные выше физико-географические и ландшафтные описания Приаралья мы также постараемся не слишком утяжелять многочисленными дополнительными сведениями. Попытка провести границу Приаралья по границам бассейна Арала (водоразделам Каспия, Балхаша и морей Северного Ледовитого океана) делает эту границу нечёткой вследствие флуктуирующего стока

Амударьи то в Арал, то в Каспий в историческое время, неясности водоразделов Устюрта и необоснованного расширения Приаралья на все междуречье Амударьи и Сырдарьи. Тем не менее транзитные реки и их сухие русла, ныне теряющиеся в песках, служили недавними путями распространения фауны на территорию современного Приаралья по мере формирования Арала как такового (Аладин, Плотников, 1995), являющегося стоковым мигрирующе-осциллирующим водоемом.

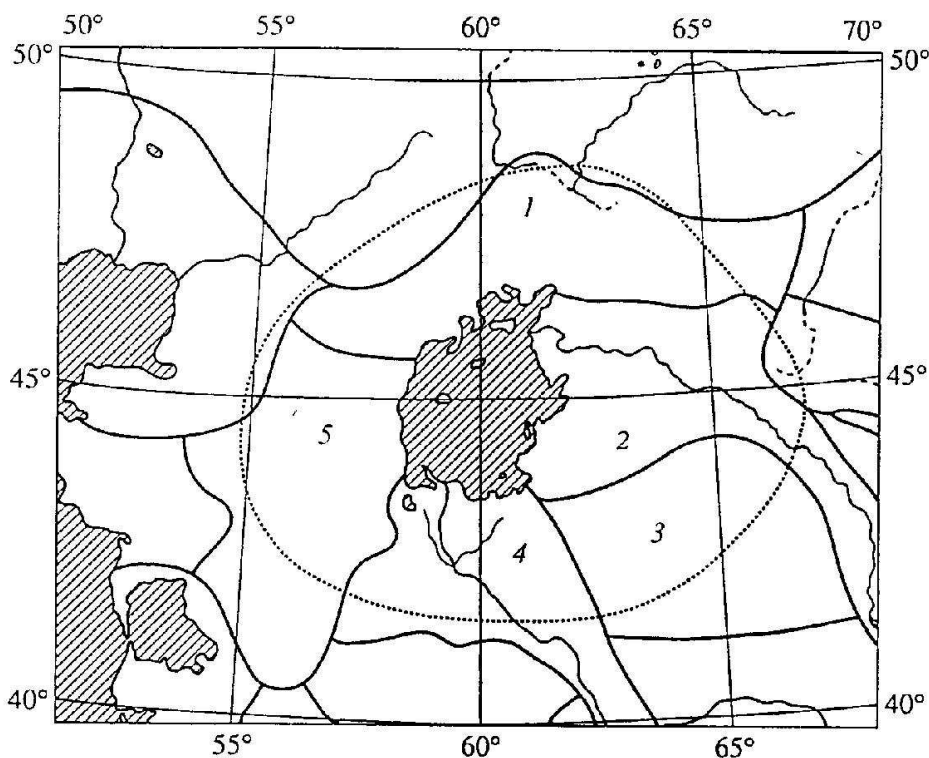


Рис. 1. Биогеографическое районирование Приаралья: 1 – северное Приаралье, 2 – дельта и долина Сырдарьи (восточное Приаралье), 3 – северные Кызылкумы (юго-восточное Приаралье); 4 – дельта и долина Амударьи (южное Приаралье), 5 – Устюрт (западное Приаралье). Пунктиром схематически обозначена территория Приаралья как такового. (По: Кривохатский, Пирюлин, 1997).

В ландшафтном плане Приаралье гетерогенно: здесь развиты ландшафты северных и типичных пустынь при наличии интразональных дельтовых (палеodelьтовых) и азональных прибрежных ландшафтов. С 1950-х гг., как и во время средневековой регрессии Арала, к ним добавляется все более обширный динамичный и мозаичный ландшафт обсохшего дна Арала. Исходно азональный, он в ходе ландшафтогенеза и ценогенеза превращается в типичную пустыню.

В гетерогенном ландшафте Приаралья в качестве более стабильного и обособленного комплекса выделяется северное Приаралье. Характеристика Приаралья, приведенная выше, служит лишь предисловием к характеристике северного Приаралья как специфичного ландшафта северотуранских пустынь, в пределах которого изучалась фауна артропод, ее структура и динамика. Климатические, геолого-тектонические, ландшафтные, биогеографические и геоботанические особенности северного Приаралья достаточно четко обособляют его от прочих районов Приаралья.

1.1.1. Северное Приаралье

Изученность территорий к северу от Арала в любом природном аспекте фрагментарна. Представления разных авторов (Быков, 1968; Бедарев, Быков, 1971; Мильков, 1977; Бабаев, Фрейкин, 1977 и др.) даже о границах северного Приаралья неодинаковы. Приведенные

ниже литературные данные и некоторые оригинальные материалы характеризуют специфику региона. Принято (Продуктивность..., 1977), что "Северное Приаралье – обширная страна между 58°–62° в.д. и 46°–48° 40' с.ш.; на западе ограничена обрывами Устюрта, на севере – реками Ирғиз и Чет-Ирғиз, на востоке – песками Приаральских Каракумов. Большая часть этой территории относится к Северо-Приаральской геоботанической провинции зоны пустынь" (Геоботаническая карта СССР, 1954).

Пустынная часть северного Приаралья – страна с резко континентальным климатом. Годичная амплитуда температур –84–89°С, суммарная радиация –137 ккал/см², рассеянная – 32 ккал/см². Устойчивый снеговой покров (5–8 см) с середины декабря до середины марта; промерзание почвы –до 146 см, среднегодовое количество осадков –120 (59–214) мм (39% весной и в начале лета, март – июнь), среднегодовая скорость ветра – 3.5 м/с, ветер более 15 м/с 5–28 дней в году, снег преимущественно сносится в ложины (Быков, 1968).

Современное северное Приаралье не имеет постоянных рек. Бессточные понижения (соры, такыры) наполняются водой не каждый год. Грунтовые воды обычно залегают глубже 10 м. Почвы на зональном плакорном сообществе *Artemisia terrae albae* + *Anabasis aphylla* – бурые нормальные, зональные, непромывного типа; на эоценовых и олигоценовых песках и глинах гумуса 1%; концентрация растворимых солей невелика (сульфат-иона 0.06–0.12 мг экв, хлорид-иона 0.03–0.06 мг-экв). Во флоре Северного Турана основное формирующее растительность ядро принадлежит древнесредиземноморским родам *Artemisia* (*Seriphidium*), *Rheum*, *Ferula*, *Allium*, *Astragalus*. Флора формации *Artemisia terrae albae* включает около 300 видов высших растений.

Для северного Приаралья характерен тектонический рельеф (серия эродированных сбросов) с останцами древних поверхностей выравнивания, характерных для Тургайской столовой страны. Тектоника предобуславливает эрозию. Эоловый перенос, суффозия и гравитационные оползни локально противодействуют аридизации, формируя интерзональные микростанции, являющиеся, по нашим наблюдениям, рефугиумами для видов



Рис. 2. Ландшафтно-тектоническая карта северного Приаралья (пояснения в тексте). Римскими цифрами обозначены важнейшие разломы: VI – Восточно-Уральский, VII – Аккулковский. Арабскими цифрами в кружках обозначены отрицательные структуры (3 – Косбулакская котловина, 4 – Кашкадарьинская котловина, 5 – Барсакельмесская впадина (шор), 14 – Восточно-Аральская впадина, 15 – Приаральская впадина); свободными цифрами обозначены 14 – Джусалинское поднятие, 15 – Улутауское поднятие. (По: Природа Земли..., 1984, с.138).

с более северным, в основе внепустынным ареалом [кузнечик *Saga pedo* (Pall.), богомол *Mantis religiosa* L., совка *Xylena exsoleta* (L.)]. Виды, не способные выжить в зональных пустынных сообществах, формируют в северном Приаралье лишь хронопопуляции во временных микростациях, обеспечивающих реализацию их жизненного цикла [в частности, репейница *Vanessa cardui* (L.) и некоторые Geometridae из чешуекрылых, *Eristalis tenax* (L.) из двукрылых].

Границы североприаральской системы дислокаций, на севере выходящей за пределы пустынной зоны, практически точно очерчивают материковую часть северного Приаралья (рис. 2) с юга, запада и востока (Природа Земли..., 1984). Материковые чинки Приаралья, образующие на северных берегах Арала эродированные клифы, создают важную для повышения разнообразия артропод мозаичность стадий. С юга северное Приаралье в целом замыкается чинком о. Барсакельмес.

Северопустынный климат северного Приаралья (наличие летних осадков, кратковременный летний температурный максимум, снежный покров зимой, редкие безветренные дни) при умеренном засолении почв обуславливает преобладание здесь северопустынных биоценозов (обедненных из-за техногенного истребления черного саксаула) и соответствующих энтомокомплексов при наличии реликтовых группировок сосны, березы, ивы по понижениям Больших (реже – Малых) Барсуков. Граница замерзания Арала до его регрессии проходила по широте южного берега о. Барсакельмес, являясь климатическим маркером южной границы северного Приаралья. Мозаичность ландшафтов на песках и плотных глинистых почвах является основой специфичной комплексности пустынь региона (рис. 3).

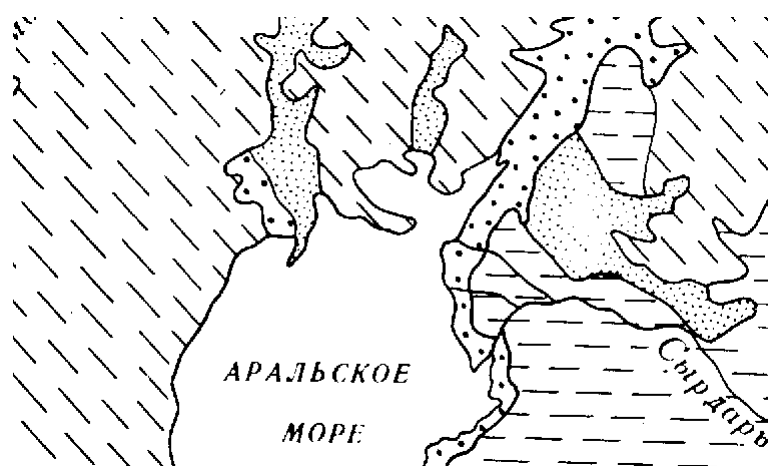


Рис. 3. Ландшафтная схема Северного Приаралья и сопредельных территорий. Песчаные массивы морских равнин обозначены *крупной пунктировкой*, озерных равнин – *мелкой пунктировкой*; структурно-денудационные равнины с плотными глинистыми почвами обозначены *косой штриховкой*, аллювиальные и дельтовые равнины – *горизонтальной штриховкой*. (По: Природа Земли..., 1984, с.137).

Для северного Приаралья характерны остаточные ценоэлементы степно-лесных сообществ при резком преобладании экосистем северных пустынь. Обычно массовое проникновение в северное Приаралье мигрантов с более северным (степным) ареалом, при полном отсутствии их преимагинальных стадий (огневка *Loxostege sticticalis* (L), хрущ *Anisoplia* sp.). Иммиграция видов и формирование хронопопуляций связаны с динамикой осадков, усиливаясь во влажные годы и, возможно, с вековой динамикой границ природных зон.

Ландшафтно-геоморфологическая и флористическая общность о. Барсакельмес с северным Приаральем достаточно велики (Кузнецов, 1979а, б; 1995), чтобы считать его южный берег южной границей северного Приаралья. Граница северного Приаралья (в широком смысле) охватывает с запада среднюю и южную часть Больших Барсуков, с юга – полуостров Куланды и о. Барсакельмес, далее уходя на северо-восток, проходя вблизи Арала

к северу от низовьев Сырдарьи до нижнего течения Иргиза–Тургая по тектоническому разлому; на севере она проходит по границе пустыни несколько севернее Малых Барсуков и чинка Алтынчокусу, доходит до Больших Барсуков и, не охватывая их северную часть, замыкается на их западной окраине.

Окраины северного Приаралья имеют характер экотонов, наиболее выраженных на востоке и северо-востоке. Барсакельмес является южным останцовым участком северного Приаралья (уже соединившимся с восточным Приаральем).

1.1.2. Ландшафтная характеристика берегов Аральского моря

Аральское море находится в центре Туранской платформы на стыке по линии глубинного разлома её Устюртского и Кызылкумского сегментов, целиком в пределах пустынной зоны. Соответственно формирование рельефа Приаралья шло под влиянием двух основных факторов: тектонического, проявляющегося прежде всего на севере и западе, и пустынно-зонального (эоловый перенос, абразия и др.), нередко маскирующего первый фактор, преобладающего на востоке и юге.

Исходная типология берегов Арала дана Л.С. Бергом (1908) и дополнена В.И. Лымаревым (1967, 1986) с учётом динамики ландшафта, связанной с последней регрессией моря. До регрессии (по Бергу) отчётливо выделялись 3 типа берегов Арала: 1) ровный на западе, образованный восточным чинком Устюрта (здесь береговая линия совпадает с линией сброса); 2) лопастной на севере, где берег моря пересекает сбросовые уступы; 3) бухтовый на востоке-юго-востоке, связанный не с тектоническим сбросовым рельефом, а с золово-аллювиальным (грядово-бугристые пески и дельтовые области). Лымарев различает на побережье Арала 6 типов ландшафта, в настоящее время трансформированных:

- 1) аридно-столовый Устюрта (западное Приаралье);
- 2) аридно-останцевый Приаральского плато (северное Приаралье);
- 3) аридно-песчаный Приаральских Каракумов (северо-восточное Приаралье);
- 4) сырдарьинский аридно-дельтовый (восток-северо-восток Приаралье);
- 5) аридно-песчаный Кызылкумов (юго-восточное Приаралье);
- 6) амударьинский аридно-дельтовый (южное Приаралье).

Ландшафты северо-восточного, восточного и юго-восточного берега, имевшего до регрессии мелкобухтовое расчленение, связанное с затоплением понижений эолового рельефа, специфичны для Приаралья; берег такого типа получил (по Бергу) название *аральского типа аккумулятивного бухтового берега*. В настоящее время береговая линия выровнена, и аральский тип берега полностью исчез. На месте аванделъта сформировались песчаные аридные ландшафты, особенно сильно подверженные дефляции, мешающей их зарастанию.

В условиях регрессии Арала после 1960-х гг. сформировались новые типы берегов Арала; в пределах северного Приаралья это – крупнобухтовый абразионно-аккумулятивный тип берега, а на участках с отмершими клифами (чинками) – аридно денудационный (местами аридно-денудационно-абразионный) ландшафт. В предлагаемой работе характеризуется преимущественно территория северного Приаралья с господством аридно-останцевого и расширяющего своё распространение постакавального переходного ландшафта бывшего дна моря, постепенно трансформирующегося в зональные северопустынные ландшафты с преобладающей тенденцией к гипсофилизации на севере и к опесчаниванию на юге. Некоторые особенности ландшафта о. Барсакельмес как крайней южной территории северного Приаралья сближают его как с аридно-песчаным ландшафтом Приаральских Каракумов, так и с аридно-столовым ландшафтом Устюрта. Кратковременные работы проводили также в пределах господства аридно-песчаного ландшафта Приаральских Каракумов, сырдарьинского аридно-дельтового ландшафта и аридно-песчаного ландшафта Кызылкумов.

1.1.3. Остров Барсакельмес как научный стационар

История создания на острове Барсакельмесского государственного заповедника (БКГЗ), организованного в 1939 г. в качестве резервата редких копытных (воссозданных популяций сайгака, джейрана и кулана), достаточно широко известна из первого выпуска Трудов заповедника (1950) и ряда популярных очерков (Шалдыбин, 1958; Исмагилов, 1973; Исмагилов, Кузнецов, Рашек, 1990; Ковшарь, 1982; Насыров, 1988), во многом повторяющих одни и те же общие сведения.

В 1960-х гг. на Барсакельмесе были начаты комплексные экологические исследования на базе кафедры ботаники Ленинградского педагогического института (ныне РГПУ) им. А.И. Герцена, продолжавшиеся до 1990-х гг. Их итоги частично опубликованы (Проблемы..., 1979; Кузнецов, 1995); многие мониторинговые материалы остались «не востребованы». Продолжения начатых на острове работ ожидать не приходится. Научный отдел БКГЗ лишь периодически бывал полностью укомплектован, а с 1985 г. прекратил свое существование. После завершения работ по копытным (Жевнеров, 1984; Пирюлин, 1987) вместо перепрофилирования заповедника фактически произошла его ликвидация как научно-исследовательской организации и единственной охраняемой заповедной природной территории, представляющей северное Приаралье.

Подробная физико-географическая характеристика о. Барсакельмес, с учетом литературных данных и оригинальных материалов, дана Л.А. Кузнецовым (1979а). Барсакельмес расположен в северо-западной части Аральского моря; его первоначальная площадь – 174 км². Морской бассейн на этой территории прекратил своё существование в начале олигоцена. В раннем плиоцене Барсакельмес входил в состав обширного эродированного плато в виде останца на аллювиально-дельтовой равнине Палеотургая, и лишь в конце плиоцена стал островом при затоплении Аральской депрессии. Вдоль северного берега Барсакельмеса отложение песков сформировало новоаральскую террасу. Возвышенное южное плато острова развивалось и развивается под воздействием эрозии, замедленной при малом количестве осадков. Средняя часть острова – сниженная равнина (древнеаральская терраса) – образовалась под воздействием пролювиальных отложений, ее понижения испытали воздействие трансгрессий Арала. Таким образом, история развития острова тесно связана с развитием северного Приаралья. Остров Барсакельмес и северное Приаралье лежат в пределах Тургайско-Кызылкумского блока Туранской плиты. Все это подтверждает природно-территориальную общность о. Барсакельмес с северным Приаральем.

Почвы о. Барсакельмес до 1960-х годов трактовались произвольно: в ранних работах для острова показаны "развеванные пески", наиболее распространено мнение о господстве на острове сероземов (Демченко, 1950). Л.А. Кузнецов (1979а) показывает господство типичных серо-бурых почв. Почвенный профиль песков новоаральской террасы, локально засоленных и увлажнённых благодаря подстиланию их третичными гипсоносными глинами, не развит.

Климат острова засушливый, летние осадки максимальны в августе (7; 0.0–82.9 мм), среднегодовая сумма 107.6 (20–200) мм; резко континентальный (континентальность 73% по А.А. Борисову); на материке континентальность выше: 81% (ст. Сам), 84% (Казалинск). Феноклиматические сезоны, выделенные с учётом метеорологической и фитоценотической сезонной динамики (Кузнецов, Бурамбаев; 1976), приведены в табл. 1.1 (по: Кузнецов, 1979а).

Ранняя весна связана с устойчивым переходом среднесуточной температуры через 0°С, ее характер определяется скоростью нарастания температуры и снеготаяния, характеризуется массовой вегетацией эфемероидов и эфемеров.

Разгар весны характеризуется переходом среднесуточной температуры через +5°C, увеличением осадков, началом массовой вегетации растений. К концу сезона начинает проявляться недостаток влаги, желтеют эфемеры.

Начало лета маркируется переходом среднесуточной температуры воздуха через +15°C, снижением осадков и наступлением засушливого периода в конце сезона. В песках цветут кустарники и кустарнички; к концу сезона растения короткой вегетации усыхают.

Разгар лета – наиболее жаркий и засушливый сезон со среднесуточными температурами выше 22–23°C; в конце сезона –необратимый спад температуры. Большинство многолетних растений в эстивации.

Вторая половина лета – довольно жаркий сухой сезон с постепенным понижением температуры и возрастанием количества осадков, определяющих дальнейшее развитие растений и цветение (иногда повторное) некоторых из них.

Таблица 1.1

Феноклиматические сезоны о. Барсакельмес

Феноклиматический сезон (ФКС)	Начало ФКС	Конец ФКС
Ранняя весна	3я декада марта	1я декада апреля
Разгар весны	2я декада апреля	1я декада мая
Начало лета	2я декада мая	2я декада июня
Разгар лета	3я декада июня	конец июля
Вторая половина лета	начало августа	конец сентября
Начало осени	1я декада октября	2я декада октября
Разгар осени	3я декада ноября	2я декада ноября
Ранняя зима	3я декада ноября	2я декада декабря
Разгар зимы	3я декада декабря	конец февраля
Конец зимы	1я декада марта	2я декада марта

Растительность о. Барсакельмес впервые подробно описана Л.А. Демченко (1950), но ее указание на белосаксаульники в песках ошибочно: *Haloxylon persicum* на острове (и в северном Приаралье) отсутствует; "Карта растительности СССР" (1939) произвольно показывает на острове «лугово-болотную растительность».

Основная территория острова (12450 га) занята плакорными комплексами фитоценозов формаций *Artemisia terrae albae*, *Anabasis salsa*, *Agropyrum desertorum* (последние редуцированы при регрессии Арала); черный саксаул *Haloxylon aphyllum* обычен и образует редины. Доминирует серопольнно-биюргуновый комплекс. Приморские пески новоаральской террасы заросли псаммофитами (*Tamarix*, *Calligonum*, *Eremosparton aphyllum*, *Artemisia arenaria*) с участием черного саксаула и курчавки *Atraphaxis spinosa*. По солончакам обычны сарсазанники (*Halocnemum strobilaceum*).

Описание береговых профилей о. Барсакельмес приведено в подразделе 2.1.

1.1.4. Воды Приаралья и водоемы северного Приаралья

Специфика подземных вод и водоемов Турана и пустынь Средней Азии разобраны в работах В.Н. Кунина (1980). Характеристика водоемов, обследованных Пириулиным, приведена в главе 3.

Верхний водоносный горизонт подземных вод пустыни весьма зависим от географических условий; воды глубоких горизонтов могут совсем не отражать воздействие пустынных факторов. Условия питания подземных вод в пустыне зонально специфичны: прямая инфильтрация осадков в глинистой пустыне близка к нулю, на границе песчаной и глинистой пустынь резко возрастает инфильтрация из эфемерных озер; в песках наиболее значима конденсация влаги из воздуха (Кунин, 1980а). Действие последнего фактора явно

возрастает на бывшем дне Арала по мере его расширения и степени дефляционного опесчанивания.

Подпор грунтовых вод, распространяющийся на значительное расстояние от берега, наблюдается на восточном и южном побережье Арала и на южном побережье Балхаша (Кунин, 1980а). Судя по космическим снимкам последнего времени и обследованию на месте в 2002 г., подпор грунтовых вод имеет место как по северному, так и по западному берегу Арала, но только в последние годы уровень Арала снизился до отметки, когда это стало непосредственно заметно по распространению на осушке тростниковых зарослей и распреснению лагун.

В глинистой пустыне осадки не проникают до уровня грунтовых вод из-за максимального здесь коэффициента стока (Кунин, 1980б). Глинистые пустыни составляют основу северного Приаралья; сказанное выше обуславливает независимость малых сезонных водоемов района и связанных с ними группировок организмов от уровня Арала.

Типичные такыры (*такыр* – голый, лысый, лишенный растительности; *тюркс.*) встречаются только в пустынях, развиваясь при сезонном увлажнении с последующим иссушением; сезонное обводнение такыров вызывает развитие водорослевых пленок; при затоплении водой с повышенной соленостью водоросли почти не развиваются. Глубина промачивания на такырах достигает нескольких метров; под такырами, солончаками и в грядовых песках формируются линзы грунтовых вод, намного превышающие объем временных водоемов (Кунин, 1980в). Для северного Приаралья характерны типичные такыры на глинистых равнинах. Отакыренные пятна с водорослевыми корочками уже развились на постаквальной суше, где локальное распреснение может быть вызвано горизонтальными осадками. Такыры являются крайне эфемерными водоемами без водных членистоногих.

Поверхность солончаков является слабым водоупором, и сезонные водоемы на них не выражены, хотя весной и осенью поверхность солончаков насыщена водой (Кунин, 1980). Вследствие преобладания песчаных грунтов закономерно преобладание солончаков на юге и юго-востоке постаквальной суши Арала, как и отсутствие здесь водоемов поверхностного стока. В северном Приаралье солончаки являются интразональными элементами ограниченного распространения.

Аральское море-озеро мало влияет на увеличение атмосферных осадков в регионе, кроме непосредственно прилегающих территорий, но повышает влажность воздуха и росообразование (факторы, существенные для пустынных артропод). Для северных пустынь годовое количество осадков составляет 150–200 мм; существенное значение имеют летние ливни и снег (Кунин, 1980в). Для экосистем северного Приаралья снег, аккумулируемый на чинках и в лощинах, является важнейшим депозитом осадков сезонно-продолжительного действия. Характерное чередование нескольких влажных и нескольких сухих лет обуславливает устойчивые колебания плотности популяций и распространения ксерофильных и гигрофильных видов артропод суши – «волны жизни» в смысле С.С. Четверикова (1983). Напротив, фауна гидробионтов Арала, существующего лишь за счет стока транзитных рек Турана (не имеющих притоков при пересечении ими пустыни), при снижении стока и регрессии моря из-за хозяйственного освоения региона, катастрофически вымирает при полной деструкции аральских экосистем, в основе своей инородных для региона и пустынной зоны. Последнее обстоятельство не оправдывает техногенную регрессию Арала с ее необратимыми последствиями и заставляет осторожно относиться к любым проектам и попыткам преобразования природы на геосистемном уровне, поскольку в природном своем состоянии Арал с системой питающих его рек сохранял стабильность многие века.

Аральское море как терминальный водоем Сырдарьи и Амударьи по происхождению и во многом по характеру не является ни туранским, ни пустынным водоемом и может считаться интразональным элементом, как и питающие его реки. Подробная характеристика Арала (Берг, 1908; Аральское море, 1990; Кукса, 1994), истории его становления и регрессии

(Аладин, Плотников, 1995; Aladin, 2001) выходит за рамки данной работы, а специфика, связанная с распространением членистоногих, рассмотрена в соответствующих разделах.

Крупные водоемы Приаралья, как и сам Арал, в результате экологического кризиса подверглись катастрофическим и необратимым изменениям. Олигогалинные (1–8 г/л) озера Приаралья, связанные с транзитными реками, Сырдарьей и Амударьей, в прошлом представляли собой водоемы с устойчивыми экосистемами, подверженными лишь обратимым сезонным и многолетним флюктуациям. Вследствие зарегулирования рек к 1971 г. пересохла 25 крупных и 62 мелких озер, оставшиеся водоемы более или менее деградировали. В понижениях искусственно формировались водоемы, заполняемые коллекторно-дренажными водами с соленостью 3–5 г/л, что привело к перестройке структуры сообществ гидробионтов: в них стали преобладать виды, характерные для обогащенных органикой водоемов (Константинова, 1991). Ионный сток в озера Сарыкамьш и Арнасай составляет 32 млн. т/год, что всего в 1.5–3 раза меньше, чем в Аральское море (Глазовский, 1990).

В северном Приаралье насчитывается менее десятка озер площадью более 1 км². Некоторые из них пересохла, а другие пересыхают (Филонец, Омаров, 1973). Здесь преобладают малые сезонные водоемы.

Транзитные реки, связанные с ними водоемы и озера разной степени засоления являются резерватами широко мигрирующих пресноводных, олигогалофильных и галотолерантных насекомых; влияние этих водоемов шире, чем их распространение, и может достигать северного Приаралья.

В настоящее время в Приаралье насекомые обитают во временные водоемах трех типов: стоковых, лагунных и скважинных. Стоковые водоемы наиболее автономны и стабильны; лагунные зависимы от уровня Арала. Лагуны, стабильные в 1950-х гг., пересохла в 1960-х (табл. 1.2) и превратились в солончаки; молодые лагуны имеют характер малых временных водоемов у прибойной полосы. Большинство скважинных водоемов пересыхает через несколько лет из-за прекращения самоизлива воды из скважин, превращаясь в солончаки. Скважинные водоемы преобладают в восточном Приаралье и единичны по северному Приаралью; некоторые из них в 1980-х гг. имели характер постоянных водоемов; срок существования многих скважинных водоемов не превышал 2–3 лет. Длительно существующие скважинные водоемы превращаются в градиентные, олигогалинные в верховьях и гипергалинные в нижней части.

Скважинный водоем на осушке зал. Большой Сарычеганак в районе бывшего порта г. Аральска неоднократно обследовался автором с 1990-х гг.; он сильно загрязнен бытовыми отходами вблизи города, в части акватории с минимальной соленостью. Соленость данного водоема нарастает по мере удаления от скважины; у бывшего порта в начале октября 1994 г. она составляла 15–17 г/л, в средней части – 30–45 г/л, в низовьях – 112 г/л и до перенасыщения. В середине лета 1994 г. в средней части водоема соленость составляла около 65 г/л. В разные годы (1992, 1993, 2002) летом в низовьях водоема наблюдался ряд изолированных фильтрационных ванн с самосадочной солью на дне, служивших "лужами смерти" для многих мигрирующих стрекоз, двукрылых, чешуекрылых (чаще других отмечались Libellulidae, Syrphidae, Pterophoridae, Noctuidae, Nymphalidae).

В низовьях данного водоема в октябре 1994 г. у берега наблюдался сплошной слой яиц артемии, перемешанных с утонувшими насекомыми-мигрантами (Libellulidae более 10 экз.; листоед *Theone silphoides* Dalm. – единично; Staphylinidae – единично; *Scarabaeus typhon* F.-W. – 1 экз.; красотел *Calosoma deserticola* Sem. – 1 экз. (надкрылье); златка *Sphenoptera* sp. – 1 экз.; двукрылые: Asillidae – более 10 (15–20 мм, 2 – 3 вида), Tabanidae – до 10, Syrphidae – до 10; чешуекрылые: Pterophoridae (в том числе *Agdistis tamaricis* Z.) – до 100 экз., *Nymphalis io* L. (ранее автором в Приаралье не отмечавшийся) – 1 экз., *Colias erate* Esp. – 1 экз., Noctuidae – около 100 [в том числе *Phytometra gamma* (L.)], *Semiothisa aestimaria* – 1 экз., *Loxostege sticticalis* (L.) – 1 экз.; среди прочих – мелкие Carabidae, единично, 2–3 вида; Pompilidae – 2–3 вида, единично), а также погибшими водными жуками

и клопами (*Dytiscus circumflexis* Fabr. – 5-6 экз.; *Cybister lateralimarginalis* Deg. – единично; *Hydrophilus piceus* L. единично; средние (1.5 см) Hydrophylidae – единично; гребляки *Sigara* sp. – около 100; *Corixa* sp. – более 10; *Notonecta* sp. – до 10; Gyridae – единично). В слое выброшенных яиц артемии в массе обнаружены живые имаго *Ochthebius* spp. (Hydraenidae).

Таблица 1.2

Изменение уровня Большого соленого озера на о. Барсакельмес в 1964-65 гг.

Дата	Год	1964										1965				
		05	06	08	08	09	09	10	10	12	06	08	09	12	12	
	Месяц															
	Число	17	19	6	22	2	8	8	24	9	15	10	10	2	21	
Уровень, см		65	53	44	37	34	33	37	29	24	16	16	23	28	32	

Примечание. Данное озеро представляло собой типичную лагуну на западном берегу о. Барсакельмес, окруженную тростниковыми зарослями. Данные приведены по Летописи природы БКГЗ за 1964–1965 гг. (А.А.Скаруцкий. Внутренние воды).

Бугуты – традиционная местная форма водопользования: водоем формируется дамбой, перекрывающей поверхностный сток по одному из многочисленных в Приаралье логов. Судя по многочисленным полуразрушенным плотинам, которых на о. Барсакельмес около полутора десятков на 200 км² изначальной площади острова, данный способ водозадержания был весьма популярен. Плотины, построенные в верховьях логов, на узких руслах с бурным паводковым стоком, легко размывало; более устойчивы плотины в нижней части стоковых систем, в логах перед такырами, являющимися более эфемерными временными водоемами, чем бугуты, и формирующимися преимущественно в низовьях стоковых систем; перед песками новоаральской террасы, в которые часто уходит паводковый сток, образуя более или менее пресные подземные линзы. На о. Барсакельмес одна из таких линз питала единственный на острове колодец с пригодной для человека пресной водой (летом до 2–5 г/л при дебите до 1 т в сутки, зимой – менее 1 г/л при дебите до 5 т/сутки), расположенный на расширении песков новоаральской террасы по северо-северо-восточному берегу.

Попытка сооружения бугута на постаквальной суше (у пос. Тастюбек, северное Приаралье) привела к его быстрому (за несколько лет) превращению в гипергалинный артемийный водоем.

Временные водоемы распределены по береговому профилю Арала неравномерно. Генерализованный береговой профиль Арала представлен следующими элементами:

- 1) прибойной полосой,
- 2) песчаной или опесчаненной осушкой (новейшей аральской террасой);
- 3) новоаральской террасой, занятой полузакрепленными и закрепленными песками;
- 4) загипсованной глинистой древнеаральской террасой с такырами и руслами стока;
- 5) аналогичным по почвам и растительности, но более сухим плато, над которым возвышаются отдельные более древние останцы и куполообразные поднятия. В конкретных профилях некоторые элементы не выражены. Длина профиля – от 2–3 до 50 км и более.

Для каждого элемента берегового профиля Арала специфичны свои формы временных водоемов в соответствии с водоупорными свойствами слагающих их материалов. Лишь на на древнеаральской террасе сезонные водоемы (бугуты, см. выше) достаточно устойчивы для формирования в них обедненной, но достаточно своеобразной преимущественно солоноватоводной фауны гидробионтов, в том числе водных насекомых. Для плато характерны лишь стоковые русла и такыры.

У прибойной полосы Арала постоянно формируются и исчезают небольшие отчленившиеся от моря при его регрессии водоемы, в большинстве случаев лишённые высших форм жизни, быстро засоляющиеся и высыхающие.

Временные лужи размером 1–10 м² и глубиной несколько сантиметров наблюдались на осушке Барсакельмеса при весеннем снеготаянии, если верхний слой песка был заморожен

и служил временным водоупором. Снеговой покров песков осушки северного Приаралья весьма специфичен. Поскольку периоды снегонакопления чередуются с дефляцией (выдуванием) до грунта, слои снега переслаиваются слоями песка. Тает этот "слоеный пирог" медленно, и талая вода стекает в понижения на выдувах, которые проморожены глубже, и где на сезонном мерзлотном водоупоре образуются крайне эфемерные микроводоемы с кристально чистой и иногда практически пресной водой. Никаких макроформ жизни в них автором не обнаружено. Срок существования луж – от 1 – 2 суток до недели, при общем периоде их формирования на осушке менее месяца.

Формирующиеся на понижениях осушки ленточные солончаки во время нагонов воды, а также во время весеннего снеготаяния и (изредка, на несколько часов) после ливней могут затапливаться тонким слоем воды. Весной и осенью солончаки длительное время насыщены водой, но слой свободной воды отсутствует. Значительна суточная динамика влажности поверхности приморских солончаков: сухие и твердые летним днем, ночью они влажные, гигрофильная солончаковая кора при влажном ветре с моря может за несколько часов превратиться в грязь. Это привлекает насекомых-мигрантов, в том числе водных. По утрам на приморских солончаках и засоленных песках можно обнаружить десятки беспомощных гребляков.

На осушке по северо-восточному берегу залива Бутакова в 1983 г. были обнаружены активные грязевые конусы (сальзы) высотой около метра с незначительным изливом практически пресной воды поверх жидкой грязи с запахом сероводорода. Многие сальзы, прекратившие активность, образовали небольшие сухие кальдеры. В грязевых кратерах отмечали жаб *Bufo viridis*, ловивших подлетающих сирфид. Через несколько лет, по устному сообщению В.В. Вухрера (1989), все сальзы пересохли. По свидетельству местных жителей, раньше эти сальзы функционировали на дне Арала, в этом месте ловили много «слегка снулой» рыбы, очевидно, из-за выделения сероводорода.

По приаральским чинкам почти повсеместно выклиниваются слабо минерализованные грунтовые воды; их выходы маркированы пятнами и лентами тростника, нередко непосредственно по обрыву. Благодаря подземному стоку с чинка на осушке формируются пятна тростника без видимых следов увлажнения поверхности почвы. Тростники оконтуривают некоторые подчинковые конусы выноса; иногда на конусе выноса образуется эфемерный водоем такырного типа, с водорослевыми пленками. В местах наиболее интенсивного выклинивания грунтовых вод формируются небольшие родники. При незначительном дебите родник к лету пересыхает, и его русло остается безжизненным, как на юго-западном чинке Барсакельмеса; при значительном дебите вокруг родника образуется тугайная группировка (лох, тамарикс, ломонос, тростник). Почти пересохший родниковый водоем был обследован летом 1983 г. на чинке у Акеспе (залив Бутакова); рядом наблюдалось большое количество сирфид, стрекоз; личинки водных насекомых не обнаружены; встречались зеленые жабы, обычные по всем глубоким лощинам и оползням приаральских чинков. Маршрут 2002 г. подтвердил наличие этого родника и его независимость от уровня Арала. Некоторые родники явно заселяются водными насекомыми.

Временные водоемы, образовавшиеся на осушке в результате хозяйственной деятельности, удалось обследовать лишь в самом общем плане. Случайно образовавшиеся на осушке водоемы (разрушенный ледник на осушке Тастюбека, 1983 г.; копаные ямы у Аральска, 1982) заселяют водные клопы (нимфы и имаго *Sigara* sp.) и имаго мелких водолюбов и плавунцов.

На новоаральской террасе до регрессии Арала существовали обширные соленые лагунные водоемы, окруженные тростниковыми зарослями. Они имели с морем фильтрационную связь и с падением уровня Арала высохли в 1950/60 гг., тогда как водоемы поверхностного стока практически не изменили свой режим. Следы обширных лагунных водоемов, существовавших десятилетиями и зараставших тростником, сильно засолявшихся в разгар лета и несколько опреснявшихся после снеготаяния, имеются на новоаральской террасе в виде солончаков с субфоссильными остатками тростника, окаймленных

сарсазанниками. Фауна этих соленых озер и озерков, обычных на о. Барсакельмес, на п-ове Коктырнак (северное Приаралье), в восточном Приаралье и на о. Лазарева, осталась неизученной; можно предположить в них весьма обильную солоноватоводную фауну, так как на таких мелких и хорошо прогреваемых водоемах обитало и кормилось во время полета значительное число куликов.

Формирование относительно стабильных сезонных водоемов, независимых от моря, на песчаных и опесчаненных террасах Арала практически невозможно до формирования подповерхностного водоупорного слоя. Миграция гипса и дефляция приводят к локальному появлению водоупоров в понижениях постаквальной суши лишь за многие десятилетия; на неустойчивых поверхностных водоупорах, формируемых за несколько лет, сезонные водоемы обычно не образуются.

На древнеаральской террасе загипсованная глина превращается в почти идеальный водоупор после начального намокания, закрывающего трещины. Наличие расположенного выше плато, на склонах которого задерживается снег, значительно увеличивает площадь и эффективность водосбора. Поверхность древнеаральской террасы и подчинковых глинистых равнин северного Приаралья исчерчена стоковыми руслами, формирующими в низовьях более или менее обширные затапливаемые такыры, представляющие собой эфемерные водорослевые сезонные водоемы. Слой воды на такыре настолько тонок, что формируемые на такыре водорослевые сообщества близки к почвенным, обусловленным капиллярной, а не гравитационной водой. Аналогичные такырным водорослевые пленки успевают, хотя и в меньшей степени, сформироваться на поверхности микропонижений загипсованных глинистых почв (занятых биюргуном или свободных от растительности) почти повсеместно.

При естественном или искусственном задержании поверхностного стока на загипсованных почвах образуются бугуты с максимально представленной фауной водных беспозвоночных. Режим таких водоемов практически не зависит от уровня грунтовых вод. Отдельные водоемы данного типа могут оставаться сухими 1–2 сезона, но одновременное пересыхание их на всей территории приаральских пустынь практически невероятно. Большинство населяющих их видов способны к ангидробиозу (Crustacea) или к миграциям (Insecta), что способствует переживанию засух. На останцевых плато временные водоемы практически отсутствуют, не считая небольших такыров, затапливающихся кратковременно.

Схема некоторых систем водоемов Приаралья дана в табл. 1.3.

Антропогенный фактор издавна и не только негативно влияет на вторичноводную фауну Приаралья, расположенного вблизи центра андроновской культурной общности (Кузьмина, 1994), сформировавшейся около середины второго тысячелетия до н. э. В конце эпохи бронзы андроновцы сооружали искусственные плотины и применяли ирригацию ручьевого и лиманного типа. Отгонное скотоводство, вызревшее в недрах андроновского общества, было предпосылкой перехода к собственно кочевой форме хозяйства. Оптимальные маршруты перекочевков были найдены андроновцами и сохранялись более трех тысячелетий. Памятники андроновской культуры кольцом, разомкнутым на Устюрте, охватывают Приаралье; в непосредственной близости от Арала их находки единичны.

Таким образом, Приаралье издревле было ареной природопользования, преимущественно экстенсивного и, в условиях приаральских пустынь, сезонного. Оно почти не оставило после себя археологических свидетельств, однако в любом случае должно было быть связано с использованием, а также кустарной модернизацией имеющихся временных водоемов стокового типа. Учитывая легкость, с какой заселяются в Приаралье водными насекомыми любые копанки с водой, имеющие достаточную (метр и более) глубину, чтобы не высохнуть слишком быстро, можно предположить, что человек неизбежно способствовал созданию временных локальных очагов размножения водных (солоноватоводных) насекомых в приаральских пустынях и их распространению в пустыне от постоянных водоемов. Миграционная активность имаго такова, что изоляция отдельных мелких водоемов, их исчезновение в одном месте и возникновение в другом не существенны, достаточно наличия некоторого числа водоемов такого типа в регионе, чтобы благодаря

флюктациям их режима популяции водных насекомых сохранялись в них не менее устойчиво, чем в одном большом постоянном водоеме.

Таблица 1.3

Схемы стоково-фильтрационных и фильтрационных систем водоемов и водотоков Приаралья

№	Типы и системы водоемов	Дополнительные данные	Arth.
Лагунные водоемы и микроводоемы.			
1	Аральское море...> лагунные озера НАТ.	Пересохли к 1960-м гг.	O+
2	Арал ...> микролагуны...> солончаки ПАС	Осолоненные, до 1990-х гг	M+-
3	Арал ...> микролагуны <...> подчинковый сток, ПАС	Опресненные, с 2000-х гг.	O++
Остаточные водоемы и микроводоемы Арала			
4	Арал <...> микроводоемы в трещинах грунта молодой ПАС <....> остаточный грунтовой сток	1980 гг.	O++
5	Арал <....> Отчлененные заливы	Пересыхание; солончаки	ОГХ
6	Арал <....> Отчлененные заливы <...> Подчинковый сток	Распреснение; средние вв.	П, O
Водоемы, связанные с Сырдарьей			
7	Арал <--- Сырдарья ---> слепые русла и старицы на ПАС <....> Арал	Пресные или олигогалинные водоемы	П+O
8	Арал <... Искусственные водоемы в бывших заливах Арала <--- Сырдарья		O, П
9	Сырдарья <---> (<...>) оз. Камышлыбаш	Озеро зарегулировано	П/O
10	Системы водоемов поверхностного стока на террасированной глинистой равнине.		
11	Такырный водоем <--- Поверхностный сток (ПС)	Эфемерный	(M)
12	Такыр <--- Лощина <---> Бугут <---> Лог <---> ПС ДАТ+ <---> лощина склона плато <---> ПС плато.	Огородный бугут; сезонный	O++
13	НАТ <...> Бугут <---> Лог <---> ПС ДАТ <---> боковой лог <---> Такыр за Огородным бугутом (см. выше)	Петькин куль; сезонный, быстро пересыхающий	O+
Системы водоемов поверхностно-суффозионного стока (ПС) с глинистого плато.			
14	ПС плато ---> суффозионная лощина ---> суффозионный канал ---> микроводоем ---> подчинковый сток ---> <i>высачивание вод под</i>	Опресненный подземный	
15	<i>чинком</i> ...> Подземный сток к Аралу	Слабой минерализации	(O)

Примечание. -....> направление подземного стока (фильтрации); <--- направление поверхностного стока; Arth. – наличие водных артропод: П – пресноводных, O – олигогалинных, Г – гипергалинных, М – мигрантов; (M) – редкое нахождение мигрантов; _ - отсутствие, X – вымирание; + или ++ - повышенная встречаемость; НАТ – новоаральская терраса; ДАТ – древнеаральская терраса; ПАС – постаквальная суша Арала; ПС – поверхностный сток.

Интенсивное современное водопользование в бассейне транзитных рек, впадающих в Аральское море, является причиной последней аральской регрессии, деструкции сообществ Арала и перестройки речных и озерных сообществ Приаралья. На этом фоне лишь стоковые водоемы (бугуты и их аналоги) остаются практически стабильными.

1.2. Задачи и методы

1.2.1. Задачи и тематика проведенных работ

К началу работы автора на Барсакельмесе не существовало представительных сводок видов членистоногих ни для одной из групп членистоногих Приаралья, что и определило как изначальную задачу инвентаризацию фауны свободноживущих артропод острова Барсакельмес. Летопись природы БКГЗ традиционно ограничивалась инвентаризационными материалами по позвоночным и растениям (Труды..., 1950). Имелись предварительные сводки по прямокрылым (Курочкина, 1956) и полужесткокрылым (Молотова, 1956); работа Н.Б. Кабановой по жесткокрылым выполнена в 1970-х гг., но опубликована много позже (1995).

1.2.2. Обзор применявшихся методов

1.2.2.1. Метод профилей и основные рабочие профили

Метод профилей, в основе своей геоботанический (Дедю, 1990; Миркин, Розенберг, Наумова, 1989; Миркин, Розенберг, 1983), использовался автором в разных модификациях для сбора информации о свободноживущих членистоногих суши как биогеоценотическом элементе при полевом изучении пространственно-временного распределения видов и энтомокомплексов, преимущественно на качественном или полуколичественном уровне (Пирюлин, 1998а, б, 2001).

При исследовании суточной активности артропод на выбранном характерном участке местности, в пределах 1–3 смежных ландшафтов, выбиралась по возможности непрерывная последовательность ценочеек (отдельных растений и их групп) в пределах относительно короткого маршрута (до 0.5 км), который можно обследовать за 2 часа ночью с фонарем. Наблюдения велись в течение 26 часов (двумя наблюдателями) или как полусуточные, по 12–14 часов. Положение профиля кратко описывалось, ценочейки маркировались, составлялась рабочая таблица, заполнявшаяся по мере повторного учета всех встреченных насекомых в данных ценочейках. Сборы на профиле не проводились; фауна изучалась предварительно. Как правило, в зональных станциях 50–100 ценочеек давали достаточно четкую динамику фоновых видов и оценку активности более редких. На постаквальной суше метод на ранних стадиях ее зарастания неприменим (требуется слишком длинная трансекта). Наряду с суточной активностью метод выявлял основной состав наиболее представительных энтомокомплексов. Наблюдения повторялись на одних и тех же профилях (рядах ценочеек) в разные феноклиматические сезоны. Подобные исследования велись только на Барсакельмесе, обычно параллельно с проводимыми геоботаниками микроклиматическими наблюдениями. Результаты не вылились в законченную работу, но позволили в дальнейшем всегда учитывать характер суточной активности при планировании и проведении полевых исследований.

При исследовании распределения по профилю о. Барсакельмес видов и энтомокомплексов последовательно в пределах одного феноклиматического сезона отрабатывалось несколько аналогичных, но более протяженных трансект, расположенных в основных станциях острова (бордюр южного чинка, северный склон плато, древнеаральская терраса, новоаральская терраса, авантюна, основание осушки северного берега). Сопоставлялся качественно-количественный состав фаун каждой трансекты с учетом консортивных комплексов на уровне ценоконсорций (популяционных консорций по Мазингу); использовался кластерный анализ. Трансекты имели сравнимую длину и объем (число ценочеек). Учеты велись дважды, днем и ночью, или только ночью с учетом резкого преобладания ночных видов, и по возможности повторялись в разные феноклиматические сезоны и в разные годы. Так изучались энтомоценоконсорции некоторых эдификаторов зональных сообществ; в частности, под руководством автора выполнена работа В.В. Шишкиной (1984) по черносаксаульникам острова.

Оба варианта метода показали свою пригодность при исследовании свободноживущих членистоногих зональных и ряда интразональных станций пустынь северного Приаралья (при условии предварительного знакомства с фауной), но требовали много времени и оптимальных метеоусловий (в частности, безветренной погоды, в северном Приаралье редкой). Вне стационаров автору часто приходилось ограничиваться маршрутными учетами (Тихомирова, 1975) как наиболее простым вариантом метода профилей.

В экспедиционных работах по обследованию берегов Арала предпочтение по возможности отдавалось ночным работам на береговом профиле. При максимальных темпах

работ приходилось ограничиваться одним проходом от уступа коренного берега до прибойной полосы. Основными ландшафтно-геоботаническими реперами берегового профиля в северном Приаралье служили верхняя кромка (бордюр) чинка, линии оползней, подножье чинка, реликтовый береговой вал, основание осушки, центральная часть осушки (тамариковое зарастание), молодая осушка (солянковое зарастание), осушка 1–2(3) года формирования (франкениево-саликониевое зарастание), прибойная полоса с валом морской травы (*Zostera* + *Ruppia*; коннекс). Единичный проход по профилю (качественные сборы с привязкой к фитоценозам и ландшафтному элементу профиля, с параллельной выборочной фотосъемкой) позволял лишь выяснить наиболее обитаемые его участки и редко выявлял специфику локальных энтомофаун, лишь дополняя аналогичные материалы по другим профилям. Только серия трансектных учетов (маршрутов) по наиболее заселенным артроподами элементам профиля (в идеале – по всем; как минимум – под чинком, по центру осушки, на молодой осушке и по прибойной полосе) позволяли считать профиль отработанным в первом приближении (на что требуется 5–10 дней с приемлемыми метеоусловиями). Естественно желательно повторение работ на профиле в разные сезоны и в разные годы, что лишь иногда было реально в моей работе на Арале.

1.2.2.2. Основные рабочие профили

На меридиональном профиле о. Барсакельмес представлены все основные станции и биогеоценозы острова, соответствующие таковым северного Приаралья. Превышение территории острова над стационарным уровнем Арала (+53 м) максимально в южной части острова и минимально в северной его части.

Южное глинистое плато, более возвышенная часть острова, отвесным уступом обрывается к Аралу. В начале XX века море непосредственно подступало к южному чинку (клифу) острова высотой около 30–70 м, местами подмывая его. На чинке имеются обширные оползни; по его верхнему краю развиты суффозионные каналы, арки и промоины, лога и системы лощин. По краю чинка и в лощинах зимой скапливаются значительные снежные массы, обуславливающие наличие здесь бордюрного черносаксульника, при отсутствии саксаула на большей части плато, занятого угнетенными серополынниками с пятнами биюргуна в западинах. Средняя часть плато выравненная, со слабым наклоном к северу; имеет только несколько незначительных депрессий, занятых караганниками или небольшими такырами с бордюрными биюргунниками, иногда с куртинами или отдельными деревьями чёрного саксаула. Ширина плато – 2–6 км.

Северный склон плато пологий, высотой до 10–20 м, с многочисленными короткими лощинами. По верхнему его краю обычны пятна караганников с саксаулом; в верхней части лощин – пырейники, в нижней – биюргунники. Лощины прорезают безжизненную полосу кибиров (обнажений третичных глин).

Под северным склоном плато начинается древнеаральская терраса, имеющая ряд субтеррас. Происхождение древнеаральской террасы Барсакельмеса абразионно-эрозионное; датировать её образование затруднительно. Глинистая древнеаральская терраса пересечена стоковыми системами с лощинами, логами, бугутами и такырами, иногда имеющими сток в пески северного берега. Стоковые системы разделены плакорами, занятыми преимущественно серополынниками; по склонам логов часто преобладают биюргунники, в углублённых лощинах формируются шоры (пухлые солончаки) с сарсазанниками. Растительность древнеаральской террасы представляет собой характерную для северного Приаралья мозаику биюргунников по микродепрессиям и серополынников на более возвышенных участках; обычны саксауловые редины; по лощинам – караганники и пырейники. Северный уступ древнеаральской террасы не превышает 3 – 5 м, с чередованием по нему бордюрных черносаксульников, курчавочников, биюргунников и серополынников по верхнему краю, часто опесчаненному. Здесь отмечен ряд видов псаммофильных членистоногих.

Севернее древнеаральской террасы начинаются грядово-бугристые закрепленные пески новоаральской террасы, в прошлом отграниченные от моря полужакрепленными песками авандюны. Прорывы моря при ветровом нагоне на новоаральскую террасу зафиксированы в Летописи природы БКГЗ до 1950-х гг. С 1970-х гг. авандюна отделена от моря расширяющейся постаквальной сушей.

Меридиональный профиль о. Барсакельмес представляет собой два смежных береговых профиля, начинающихся на плато: северный, с пологими террасами, отражающими геологическую историю острова, и южный, изначально обрывистый, сформированный за последнее столетие, в основном – после 1960 г. Развитие рельефа, зарастание и заселение членистоногими северного берегового профиля постаквальной суши намного опережало развитие аналогичного южного профиля, более короткого и намного медленнее зараставшего.

Развитие береговых профилей Барсакельмеса при регрессии Арала шло неравномерно по периметру острова. Особенности островных профилей разных азимутов – тема для специальных геоморфологических и эколого-ценотических работ. Автор был вынужден ограничиться маршрутным обзором постаквальной суши острова при постоянной работе лишь на профиле северного берега с лебедовниками, тамариксниками, саксаульниками и сарсазанниками (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Профиль северного берега о. Барсакельмес в 1989 г.

D, м	(Т, гг.)	Характеристика станции
0	(1950-е – 1970-е)	Подножье авандюны (граница новоаральской террасы и постаквальной суши); на авандюне полужакрепленные пески с преобладанием псаммофитов.
1–700	(1972–1977)	Основание постаквальной суши (1975). Галофитное зарастание (сарсазанники), наложенное на псаммофитный древесно-кустарниковый комплекс с участием чёрного саксаула.
701–1120	(1978–1981)	Начало преобладания эолового рельефа осушки. Галопсаммофильное кустарниковое зарастание (преимущественно тамариковое).
1121–1745	(1982–1988)	Начало поверхностного загипсовывания осушки. Разреженное зарастание однолетними галофитами.
1745–1800	(1989)	Граница полосы заплеска; прибойная полоса; микролагуны.

Условные обозначения: D – расстояние от подножья авандюны, м; (Т) – годы формирования постаквальной суши. Исходное зарастание с 1977 г. – *Atriplex tatarica*, с конца 1980-х гг. - *Salicornia*.

Береговые профили Приаралья разнообразнее таковых о. Барсакельмес. До последней регрессии Арала море вплотную подступало к мощным чинкам северного Приаралья, в 2–4 раза превышающих юго-западный чинк о. Барсакельмес, с развитыми эрозионными и дефляционно-суффозионными формами рельефа. Верхние бордюры чинков преимущественно биюргуновые, саксаул редок. Зарастание постаквальной суши преимущественно тамариковое в средней части и однолетнее солянковое у моря. В местах выхода к морю Больших и Малых Барсуков растительность носит более псаммофильный характер.

Северо-восточный береговой профиль Арала сходен с северным профилем о. Барсакельмес, но его протяженность 10–20 км и более. Эоловый рельеф более развит и хаотичен, отмечены выдувы 1.5–2 м глубиной и барханы. Господствующее тамариковое зарастание нарушено выдувами. У русла Сырдарьи обычны тугайно-кустарниковые растительные группировки. В урочище Ажар береговой профиль идентичен профилю северного берега о. Барсакельмес.

Для очень пологого профиля юго-восточного берега характерен сглаженный переход новоаральской террасы (условно считая таковой приаральские Кызылкумы) в постаквальную

сушу. Первичный рельеф стерт, эоловый перенос очень сильный, при сильном засолении бывшего дна моря, на котором господствуют сильно разреженные кочкарные сарсазанники.

На профилях автором собран основной материал для настоящей работы и ряда публикаций (Пирюлин, 1993а, б, 1998а, б, 1999, 2001, 2002; Пирюлин, Озерский, 1995).

Конкретная фауна о. Барсакельмес как объект исследования ранее практически не привлекала к себе внимания. В первом приближении были изучены лишь позвоночные острова, однако и по ним многие материалы (в частности, Летописи природы БКГЗ) остались не опубликованными.

Работу по инвентаризации членистоногих острова нельзя считать завершённой, но к настоящему времени на нем отмечено более 100 видов паукообразных (Павленко, 1985); около 50 видов прямокрылых (Курочкина, 1956; Пирюлин, Озерский, 1995); более 70 видов полужесткокрылых (Молотова, 1956; Кулакова, 1977); более 300 видов жесткокрылых (Конев, 1993); около 30 видов сетчатокрылых (Кривоухатский, Пирюлин, 1997) и более 200 видов чешуекрылых (Пирюлин, 1978, 1984). Учитывая неполноту инвентаризации, биоту о. Барсакельмес можно оценить в 2 тысячи видов, а фауну – примерно в 1.5 тысяч видов.

По Л.А. Кузнецову (1979а) о. Барсакельмес «должен рассматриваться как эталон всего комплекса природных условий северного Приаралья», что остается верным в целом и после его современного соединения с восточным Приаральем. Однако фауна острова (особенно фауна артропод) не представляет (и никогда не представляла) всю фауну северного Приаралья. На острове отмечены отдельные мигранты с юга и юго-востока, на материковом северном Приаралье не отмеченные.

Специфика фауны о. Барсакельмес проявляется с достаточной очевидностью для Neuroptera (Кривоухатский, Пирюлин, 1997) и других групп членистоногих. В то же время есть основания считать эту конкретную фауну южным островным инвариантом фауны северного Приаралья, так как большинство гипсофильных видов (в частности, чернотелок) и многие фитофаги северного Приаралья в юго-восточных (более опесчаненных) районах Приаралья отсутствуют или редки, и даже кратковременные работы на восточных и юго-восточных берегах Арала выявили ряд фоновых здесь видов, отсутствующих в северном Приаралье.

Фауна Приаралья может рассматриваться как совокупность конкретных фаун биогеографических районов Приаралья, которые укладываются в иерархическую систему, где фауны экотонов достаточно высокого уровня (Больших Барсуков, приаральских Каракумов) и островные фауны (о. Барсакельмес) рассматриваются в качестве конкретных фаун низшего уровня, если это подтверждается хотя бы для отдельных таксонов (как для Murgmeleontidae о. Барсакельмес). В этом случае структура фауны Приаралья выглядит следующим образом.

1. Фауна Приаралья. Приаральская биогеографическая подпровинция Северного Турана.
 - 1.1. Фауна северного Приаралья.
 - 1.1.1. Фауна о. Барсакельмес.
 - 1.1.2. Фауна приаральских Каракумов.
 - 1.1.3. Фауна Больших Барсуков
 - 1.2. Фауна западного Приаралья (Устюрта).
 - 1.3. Фауна Восточного s.l. Приаралья.
 - 1.3.1. Фауна дельты и долины Сырдарьи (Восточное s.str. Приаралье).
 - 1.3.2. Фауна северных Кызылкумов (юго-восточное Приаралье).
 - 1.4. Фауна южного Приаралья (дельты и долины Амударьи).

В фауне материкового северного Приаралья представлено большинство фоновых видов о. Барсакельмес. Определенно можно говорить лишь о практическом отсутствии здесь лишь ряда фитофагов, связанных с черным саксаулом, на Барсакельмесе обычных, и о снижении численности всех консортов саксаула из-за истребления последнего.

С полной уверенностью можно говорить об отсутствии на о. Барсакельмес (по крайней мере до середины 1990-х гг.) ряда видов, достаточно обычных в северном Приаралье: лощинно-цинкового кузнечика *Saga pedo* (Pall.), дневной нелетающей псаммофильной чернотелки *Adesmia gebleri* Gebl., хрущей *Anisoplia* spp., ряда видов нарывников Meloidae (Coleoptera), махаона *Papilio machaon* (L), нимфалиды *Mellitea* sp., ряда видов голубянок (Lepidoptera: Lycaenidae).

Глава 2.

ФАУНА НАЗЕМНЫХ АРТРОПОД СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Отдельные фаунистические сведения по северному Приаралью имеются в работах Н.Я. Кузнецова (1908) и С.С. Четверикова (1984), обработавших сборы чешуекрылых Л.С. Берга за 1900-е годы; Л.В. Арнольди (1949) по долгоносикам; в монографиях и определителях по отдельным группам насекомых Казахстана (Лопатин, 1977; Казенас, 1978; 1984); в выпусках Фауны СССР (Бей-Биенко, 1950; Бей-Биенко, Мищенко, 1951; Мищенко, 1952; Лелей, 1985).

Материалы зоогеографических обзоров по Средней Азии и смежным регионам (Олсуфьев, Формозов, 1953; Правдин, 1978; Правдин, Мищенко, 1980); Западной Сибири и Северной Азии (Сергеев, 1986) и СССР (Бельшев, Харитонов, Борисов, 1989; Бельшев, Шевченко, 1971) позволяют выявить лишь потенциальную фауну северного Приаралья, определяемую, исходя из ареалов, данных в первом приближении, без указания мест сбора и без учёта мозаики распространения вида, что далеко от реального разнообразия видов.

Ниже в систематическом порядке приведены данные по основным группам свободноживущих членистоногих (Arthropoda) Приаралья, составившие основу работы.

2.1. Обзор фаун ARTHROPODA о. Барсакельмес и северного Приаралья

CRUSTACEA. Из наземных ракообразных в регионе отмечены 3 вида мокриц (Isopoda, Onyscoidea) при абсолютном доминировании пустынных гипсофильных норных колониальных мокриц *Hemilepistus cristatus* (Budde-Lund), для которых характерна сезонная расселительная весенняя миграция, начинающаяся после зимовки. На глинистых равнинах (в том числе на Барсакельмесе) их плотность может быть сравнима с плотностью всех других артропод в разгар лета и его второй половине.

CHELICERATA. Ниже охарактеризована фауна сольпуг, скорпионов и пауков. Прочие группы, включая клещей, в Приаралье почти не изучены.

Solifugae. В северном Приаралье и на о. Барсакельмес отмечены 2 вида сольпуг: обычная в Приаралье (Бируля, 1906) *Galeodes caspius* (Pall.), представленная северным подвидом *G. caspius pallasii* Vir. (Бируля, 1912; Бялыницкий-Бируля, 1938), и относительно редкий вид *Desia rossica* Vir. Более обычный *G. caspius* характерен для сообществ плотных грунтов и лишь с 1990-х гг. постоянно наблюдался на осушке Арала локально, на минимально опесчаненых участках (Гастюбек, 1993 г.) или на осушке, сложенной крупнозернистыми песками (западный берег о. Барсакельмес, 1992 г.). Часто встречается на древесно-кустарниковой растительности (особенно на саксауле), ведет исключительно ночной образ жизни (днем скрывается в норах и почвенных трещинах). Питается массовыми видами насекомых, преимущественно с мягкими покровами, ночующими или активными на кустарниках; на осушке при недостатке пищи поедает даже долгоносиков с очень плотными покровами. Регулятор численности массовых видов, включая иммигрантов. В 1980 г. отмечалось массовое поедание имаго Aeshnidae, в массе иммигрировавших на о. Барсакельмес. Сольпуг поедают сорокопут *Lanius excubitor* и щитомордник *Agkistrodon halys* (Папоротный, 1950).

Scorpiones. В северном Приаралье отмечены 3 вида скорпионов семейства Buthidae (Пирюлин, 2000, 2001). На материковой части северного Приаралья отмечены 2 вида: относительно псаммофильный *Orthochirus scrobiculosus* (Grube) и гипсофильный роющий *Mesobuthus eupeus* (C. Koch), обычный в Приаралье (Бируля, 1906). Оба вида выходят на осушку при незначительной на ней встречаемости. Везде преобладает *M. eupeus*. На о. Барсакельмес единично отмечен также *M. caucasicus* (Fisher), обычный на Устюрте и весьма редкий в северном Приаралье.

Фауна скорпионов о. Барсакельмес и северного Приаралья (Пирюлин, 2000, 2001) близка к таковой плато Устюрт (Громов, Кордыкбаев, 1994); наличие скорпионов на больших островах Арала указывает на образование Аральского моря после формирования северотуранских пустынь. Наличие в фауне Репетека (Каракумы) 6 видов преимущественно псаммофильных скорпионов при низкой встречаемости *M. eurus* (Фет, 1980) указывает на специфику фауны скорпионов северного Приаралья внутри туранской фауны.

Aranei. Пауки в Приаралье изучались преимущественно на о. Барсакельмес, где отмечены 107 видов 61 рода, 18 семейств (Павленко, 1985). Это – весьма представительная фауна: в Бадхызе на те же 18 семейств приходится 74 вида, а всего отмечены 88 видов (Овчаренко, Фет; 1980); в обеих фаунах доминируют Gnaphosidae, Salticidae, Thomisidae и Araneidae.

На осушке острова в начале 1980-х гг. отмечены 18 видов из 8 семейств, на авантюне – 8 видов 4 семейств, в закрепленных песках новоаральской террасы – 28 видов из 8 семейств, на древнеаральской террасе (гипсофильные биотопы) – 59 видов 13 семейств, на плато (более сухие гипсофильные биотопы) – 27 видов 12 семейств. На разнообразие видов пауков положительно влияет увлажнение, наличие укрытий, растительности и богатство энтомофауны, определяющее трофическую базу. Изначальная плотность заселения пауками осушки низка, поскольку обеднена сопряженная энтомофауна. С конца 1980-х гг. на молодой материковой осушке северного Приаралья в полосе саликорнии со сведой с богатой энтомофауной постоянно отмечены Lycosidae, Thomisidae, Clubionidae.

MYRIAPODA. В Приаралье специально не исследовали. В северном Приаралье и на Барсакельмесе автором отмечены единичные Chilopoda (желтая сколопендра и геофилы), а также (на чинке у оз. Камышлыбаш) *Scutigera* sp.; Diplopoda не отмечены.

Таблица 2.1

Статистика видового разнообразия насекомых Приаралья

Районы	Приаралье в целом		Северное Приаралье	о. Барсакельмес
ТАКСОНЫ	Выявленное или предполагаемое (оценочное) число видов			
<i>Работы:</i>	<i>1998</i>	<i>2003</i>	<i>2003</i>	<i>2003</i>
Odonata**	13	20-30	>11 [15-20]	>11 [10-15]
Mantoptera	3	10	>6	40699
Blattoptera	2	>7	0	0
Phasmoptera	1	40575	1	1
Dermaptera	2	>3	3	2
Orthoptera	90	>100	>70	50
Homoptera	520	500>600*	(300)*	(50>100)*
Heteroptera	125	150-200	100>150	70>100
Coleoptera	731	До 1000	> 400	> 350
Neuroptera	-	>60	>40	> 35
Lepidoptera	60	400>600	>300	>200
Hymenoptera	248	> 300*	(> 150)*	(150)*
Diptera	300	300<400*	(> 100)*	(100)*
INSECTA	2095 – до 3000	3000>4000	1500>2000	1000>1500

Примечание. (1998) – (Kazenas et al., 1998); (2003) – настоящая работа; ** – с учетом транзитных мигрантов; * – экстраполяция на основе (1998) при практическом отсутствии собственных данных, северное Приаралье – в нашей трактовке, включая о. Барсакельмес.

INSECTA. Исследованиями охвачено большинство отрядов высших насекомых Приаралья. Фауна Collembola обеднена и не изучена, преобладают напочвенные виды; 1–2 вида локально массовы у прибойной полосы Малого Арала. Diplura, Machiloidea, Grylloblattodea, Embioidea, Plecoptera, Raphidioptera, Megaloptera, Mecoptera в Приаралье не отмечены. Lepismatodea не изучены, но, по крайней мере, 1 вид обычен в гипсофильных

стациях и как синантроп. Ephemeroptera – единичные имаго отмечены в г. Аральск и по осушке Малого Арала. Thysanoptera и Hymenoptera также не обработаны.

Статистика видового разнообразия 12 отрядов насекомых северотуранского Приаралья (в первом приближении приравненного к Приаралю в целом) приведена алматинскими энтомологами (Kazenas et al., 1998). Она отчасти сопоставима с нашими данными и позволяет более точно интерпретировать и те, и другие (табл. 2.1).

Odonata. В северном Приаралье, особенно на Барсакельмесе, представлены преимущественно мигрантами; ряд видов семейств Coenagrionidae, Lestidae, Libellulidae, Aeschnidae развивается в сезонных олигогалинных водоемах, а в прошлом – и в море (*Ischnura aralensis* Haritonov); имаго Calopterygidae отмечены только мертвыми в выбросах на северный берег о. Барсакельмес (эоловый занос из низовий Сырдарьи). Отмечены имаго *Sympetrum meridionale* Selys, *Orthethrum* sp. (Libellulidae), *Aeshna viridis* Ev.; массово иммигрирующий на о. Барсакельмес *Anax parthenope* Selys (Aeschnidae), *Gomphus* sp., *Lindenia tetraphyla* Vandrl. (Gomphidae), *Lestes barbarus* Fabr., *Sympecma paedisca* Brauer, *S. gobica* Forster, (Lestidae), *Enallagma cyathigerum* Charp., *Ischnura* sp. (Coenagrionidae); определение О.Э. Белевич и И.А. Чаплиной (ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск). Массовая иммиграция стрекоз на о. Барсакельмес происходит практически ежегодно, тогда как на материковой части северного Приаралья иммигранты немногочисленны, а Gomphidae вообще не отмечены. Практически все виды стрекоз, отмеченных на о. Барсакельмес, обычны или массовы в тугаях Сырдарьи от Казалинска и выше по течению, откуда, вероятно, и идет основной миграционный поток на Барсакельмес и (в меньшей степени) на северный берег Арала. Постоянное наличие летом на молодой материковой осушке северного Приаралья представителей Coenagrionidae, Lestidae и Libellulidae предполагает их развитие в не слишком удаленных сезонных водоемах.

Orthopteroidea. При анализе фаун Приаралья сборная группа ортоптероидов (Пирюлин, Озерский, 1995) используется как один из наиболее удобных для экологических работ мониторингового характера таксономических комплексов видов, охватывающий широкий спектр жизненных форм и легко выявляемых in situ (Правдин, 1978). Приаральская фауна основных ортоптероидных отрядов (Blattoptera – Orthoptera) кратко характеризуется ниже.

Blattoptera. В северном Приаралье в учетах Д.Д. Пирюлина отсутствуют; в приаральских Каракумах обычен *Polyphaga pellucida* Redt.; мелкие фитофильные (антофильные) виды отмечены в тугаях низовий Сырдарьи. По литературным сведениям (Бей-Биенко, 1950), в Приаралье обитают не менее 7 видов (Пирюлин, Озерский, 1995).

Mantoptera. На о. Барсакельмес и материковой части северного Приаралья отмечены 6 видов из 2 семейств богомолов. Из Mantidae отмечен ряд видов: *Mantis religiosa* L. (единичен в зональных стациях, обычен на молодой осушке Малого Арала в 1990-х гг., а также в тугаях Сырдарьи); *Iris polystictica* F.-W., *Rivetina nana* Misch. (Пирюлин, 1999), *Armene pusilla* (Ev.), редкий («краснокнижный») *Bolivaria brachyptera* (Pall.) и неверно определенный вид, обитающий преимущественно на саксауле. Указанный в той работе (Пирюлин, Озерский, 1995) *Oxyothespis* sp. определен ошибочно по устаревшей сводке (Якобсон, Бианки; 1905), предположительно относится к роду *Tadzikiella* Lindt и, возможно, является новым видом. В северном Приаралье возможно нахождение северотуранского *Oxyothespis wagneri* (Kitt.) (Правдин, 1978), нами не обнаруженного. В тугаях Сырдарьи отмечен *Bolivaria* sp., определенно отсутствующий в северном Приаралье и на о. Барсакельмес. Empusidae представлены одним широко распространенным *Empusa pennicornis* (Pall.).

Phasmoptera. В Приаралье отмечен только *Gratidia bituberculata* (Redt.), обычный в северном Приаралье и на о. Барсакельмес монофаг гипсофильной полыни *Artemisia terrae albae*.

Isoptera. В северном Приаралье и на о. Барсакельмес отсутствуют, в восточном и южном Приаралье представлены одним локально массовым геобионтом *Anacanthotermes*

ahngerianus (Jacobs.), характерным для глинистых и песчаных равнин (Луппова, 1958; Правдин, 1978).

Dermaptera. На о. Барсакельмес обычны 2 вида (прибрежный аazonально-интразональный *Labidura riparia* (Pall.) и преимущественно зонально-лощинный *Anechura asiatica* Semenov; в северном Приаралье по меньшей мере 3 (те же и изредка *Forficula* sp.).

Orthoptera. Фауна прямокрылых о. Барсакельмес изучена достаточно подробно. В северном Приаралье отмечены все виды фауны, кроме некоторых Tettigonidae, связанных с саксаулом; виды, связанные с околородной растительностью, снизили свою численность до минимума в 1980/90-х гг. Некоторые виды северного Приаралья на о. Барсакельмес отсутствуют.

Ниже дана характеристика ортоптероидного комплекса северного Приаралья и о. Барсакельмес (Пирюлин, Озерский; 1995). Материал по ортоптероидам собран Д.Д. Пирюлиным на о. Барсакельмес и в Приаралье в 1970-х – 1990-х гг; данные по Барсакельмесу за 1954–55 гг. взяты из работы Т.А. Курочкиной (1956). Для анализа фауны ортоптероидов использовались опубликованные обзоры (Правдин, 1978; Правдин, Мищенко; 1980; Бей-Биенко, Мищенко; 1951; Мищенко, 1952).

В целом из 162 видов, указанных Ф.Н. Правдиным для северных пустынь, 72 вида (44%) отмечены в Приаралье, из них на осушке – 26 видов (15%). Таким образом, можно говорить о приаральском фаунистическом минимуме, выраженном на всех прилежащих к Аралу территориях и (в еще большей мере) на осушке, где зонально-пустынные экосистемы еще не сформированы. Это вполне согласуется с историей Арала, многократно менявшего свой уровень и 2–3 раза подвергавшегося регрессии за последнее тысячелетие; при этом экосистемы Приаралья не успевали прийти в устойчивое состояние.

Фауна ортоптероидов Барсакельмеса в 1980-е гг. насчитывает 48 видов. В списке 1955 г. приведен 31 вид (Курочкина, 1955). Отсутствие в 1970-х – 1990-х гг. ряда видов, указанных для острова в 1950-е гг., говорит о первоочередном исчезновении при регрессии Арала гигрофильных и некоторых мезофильных прямокрылых, живущих у олигогалинных водоемов на растениях, не накапливающих соль и не способных существовать за счет солянок (*Tettigonia*, *Tetrix*, *Acrida*, *Chrotogonus* и др.). Гипсофильные виды слабо затронуты последствиями регрессии Арала; некоторые галофилы локально увеличивают численность. На прибойной полосе представлены *Labidura riparia* (Pall.), прибрежный вид с широким ареалом, и *Grillotalpa unispina* Sauss., а также мигранты.

Из 42 видов Orthoptera о. Барсакельмес 11 характерны только для гипсофильных биотопов; 5 видов можно отнести к псаммофилам, обитающим только на новояральной террасе и осушке; остальные в той или иной степени используют обе эти основные станции. 17 видов в той или иной мере являются мигрантами, 2–4 вида отмечены только как иммигранты. На прибойной полосе представлены почти исключительно мигранты (преимущественно иммигранты).

Фауна прямокрылых о. Барсакельмес является обедненным вариантом материковой фауны (около 55–60%); однако разнообразие фауны достаточно велико с учетом площади острова (около 200 км² без учета постакавальной суши).

Homoptera специально не исследовали. Мелкие Cicadinea на о. Барсакельмес, в отличие от материковой части северного Приаралья, редки и представлены меньшим числом видов; на осушку везде выходят ограниченно. Из Cicadidae на о. Барсакельмес обычна гипсофильная *Cicadetta sinautipennis* Oschanin, связанная с саксаульниками (относительно редка в Приаралье); фоновым видом для всего Приаралья (на осушке единичным) является *C. musiva* Germ., трофически связанная с тамариксом (Кривошеина, 1975). В северном Приаралье (Алтынчокусу) автором единожды отмечена пустынно-степная (Митяев, 1971) *Cicadetta prasina* (Pall.).

Heteroptera (= Hemiptera). Имеются две краткие сводки фауны для о. Барсакельмес (Молотова, 1956; Кулакова, 1977). Фауна материкового северного Приаралья в целом более разнообразна (и менее изучена); виды, связанные с саксаулом (даже обычный на острове

щитник *Brachynema germarii* Kol.), здесь редки. Выявлено более 80 видов, для зоогеографического и экологического анализа фауны этого недостаточно. По данным А.Ф. Кулаковой (1977) из 43 отмеченных ею видов (собранных преимущественно ловушками Барбера; определение И.М. Кержнера) преобладают Miridae (23%), Lygaeidae и Pentatomidae (по 18.4%), Rhopalidae (9.2%), Reduviidae (6.9%), Coreidae и Cydnidae (по 4.6%). Л.А. Молотова (1977) отмечает 63 вида (сбор разными методами, лето 1954–55 гг.; определение А.Н. Кириченко) при преобладании видов Центральноазиатской зоогеографической области (31.7%) и значимой доле видов Центральноазиатской + Средиземноморской областей (25.8%), а также широких палеарктических видов (17.4%).

Coleoptera. Для северного Приаралья в целом репрезентативных сводок по жесткокрылым не имеется, еще менее изучены смежные регионы. Фауна о. Барсакельмес изучена наиболее полно (более 400 видов) и разносторонне при минимальной изученности Staphylinidae и ряда малых семейств (Кабанова, 1995; Конев, 1993). Сборы Пирюлина частично в свое время были переданы А.А. Коневу и Н.Б. Кабановой, что отражено в указанных публикациях. Другие материалы, содержащие данные более чем о 200 видов приаральских жесткокрылых, опубликованы частично (Пирюлин, 1993а, б; 1995, 1998, 2002, 2003) в контексте заселения жуками осушки Арала. Ниже приведен краткий зоогеографический очерк фауны жесткокрылых биюргуново-серопольной экосистемы о. Барсакельмес как наиболее изученной Н.Б. Кабановой.

Ареалы 12 видов жесткокрылых биюргуново-серопольной экосистемы с саксаулом заходят в Иран и Афганистан (*Acinopus striolatus* Zoubk., *Mylabris trifascis* Pall. и др.) и оцениваются Н.Б. Кабановой как ирано-туранские. Другие фаунистические группировки в исследуемой фауне представлены незначительно: 5 видов с восточносредиземноморскими ареалами, по 4 вида с турано-ирано-гобийскими, средиземноморско-среднеазиатскими и европейско-туранскими ареалами, 1 вид с понто-туранским ареалом.

Эндемиков Турана в фауне биюргуново-серопольной экосистемы с саксаулом – 36 видов, к тому же они имеют более высокую встречаемость, доминируя среди жесткокрылых данной экосистемы. Другие зоогеографические компоненты (средиземноморский, евросибирский, палеарктический) также присутствуют в северных пустынях (Крыжановский, 1965), но не могут соперничать с туранским. Так, из 13 основных представленных семейств 11 имеют специфичные для Турана виды, и только 2 семейства (Phalacridae и Coccinellidae) представлены видами с широкими ареалами вплоть до палеарктических. Процент эндемиков высок у Carabidae (54%), Vuprestidae (67.0%), Tenebrionidae (60%), Curculionidae (69,0%), что характерно для Средней Азии в целом (Крыжановский, 1965).

Neuroptera. Доля сетчатокрылых (Neuroptera) в энтомофауне Приаралья невелика (Пирюлин, 1993а, б), по числу видов они находятся на восьмом месте среди отрядов насекомых. Семейство муравьиные львы (Myrmeleontidae) как по численности, так и по видовому составу занимает в отряде главенствующее положение. Кроме Myrmeleontidae, охарактеризованных ниже, в северном Приаралье и на о. Барсакельмес отмечены 2 вида Ascalaphidae; Chrysopidae и Hemerobiidae многочисленны, но почти не исследованы. Ниже приведена зоогеографическая характеристика состава фауны муравьиных львов Приаралья и оценена специфичность этой фауны (Кривоухатский, Пирюлин, 1997)

В Приаралье отмечены 27 видов 16 родов Myrmeleontidae (табл. 2.4) из триб, распространенных в Палеарктике (Isoleontini и Gepini) или в Палеарктике и в Афротропическом царстве (Myrmecaelurini, Nesoleontini, Creoleontini, Neuroleontini, Macronemurini). Только 2 вида (*Acanthaclisis pallida* McL. и *Myrmeleon hyalinus* Ol.) относятся к трибам Acanthaclisini и Myrmeleontini, распространенным всеевропейски. Все приаральские виды известны только в Палеарктике и по хорологическим характеристикам легко укладываются в следующие 7 групп:

I. Сахаро-гобийские пустынные – *Lopezus fedtschenko* McL., *Cueta lineosa* Rmb., *Creoleon aegyptiacus* Rmb., распространенные от Северной Африки до Монголии;

II. Турано-гобийские пустынные – *Acanthaclisis pallida*, *Aspoeckiana uralensis* Hz., *Holzezus compactus* Kriv., обитающие от Каспия до Монголии;

III. Широкие тетийские (древнесредиземноморские) суббореально-субтропические пустынные – *Myrmeleon hyalinus*, *Neuroleon tenellus* (Klug), распространенные от Северной Африки до Тяньшаня;

IV. Восточные тетийские (древнесредиземноморские) суббореальные степные – полупустынные – *Myrmecaelurus trigrammus* (Pall.), *Nohoveus zigan* (Asp., Asp., Hz.), *Creoleon plumbeus* (Ol.), *Neuroleon nemausiensis* Borkh. sbsp. n., распространенные от Адриатики до Тянь-Шаня;

V. Ирано-туранские пустынные – *Myrmecaelurus varians* Nav., *Gepella modesta* Hz., *Macronemurus persicus* (Nav.), *Mesonemurus paulus* (McL.), *M. clarus* (McL.), *Neuroleon zakharenkoi* Kriv., известные с равнинных и горных территории Ирана и среднеазиатских стран;

VI. Туранские пустынные – *Nohoveus crucifer* (Nav.), *Aspoeckiana caudata* (Nav.), *Lopezus karakumicus* Kriv., *Maracanda amoena* McL., *Subgulina talitzkii* (Lupp.), *Quinemurus metamerus* Kriv., обитающие в песчаных пустынях северного и южного Турана;

VII. Северотуранские полупустынные-пустынные – *Myrmecaelurus major* McL., *Cueta plexiformia* Kriv., *Mesonemurus guenteri* Hz. sbsp. n., распространенные от Каспия до Зайсана.

Очевидно отсутствие эндемизма в фауне муравьиных львов Приаральской подпровинции. Все специфичные для Северного Турана виды распространены значительно шире, от Прикаспийской подпровинции на западе до Зайсанской на востоке. Даже адвентивный *Cueta plexiformia* Kriv., для которого предполагалось, что Приаралье – это основной ареал вида, откуда в климатически благоприятные годы он может расселяться на соседние территории Южного Турана, ныне обнаружен в Джунгарской подпровинции Гобийской провинции (Кривоухатский, 2009).

Казалось бы, фауна Приаралья в целом не должна обладать какими-то специфическими чертами и сильно отличаться от соседних фаун, однако определение уровня сходства фаун Приаральской подпровинции и ее районов с фаунами соседних зоогеографических выделов показало ее резко выраженную индивидуальность (специфичность).

Определение сходства фаун зоогеографических районов Приаралья и соседних районов Прикаспия и Южного Турана проводилось с использованием ряда коэффициентов сходства (Жаккара, Серенсена, Чекановского) с помощью оригинальной компьютерной программы И.С. Плотникова. Коэффициент Жаккара, как и в фитоценологических исследованиях (Тамарин, Шмидт, 1975), оказался оптимальным для анализа сходства фаун муравьиных львов. Графы сходства, построенные по среднему и ближнему соседству, несколько различны, что находит своё объяснение в специфике конкретных фаун.

При расчетах использовали матричные данные по распространению 45 видов Турана, оцененные на базе опубликованных (Южный Туран – Krivokhatsky, 1994; северный Прикаспий – Кривоухатский, Аникин, 1996, Krivokhatsky, Zakharenko, 1996) и оригинальных данных для 12 зоогеографических районов.

Уровни сходства фаун районов Приаральской подпровинции (кроме дельты Амударьи) достаточно высоки (40–68%), что надежно обособляет приаральскую фауну (рис. 5). При определении сходства по среднему соседству наблюдается большее сближение последней (Северный Туран) с кумистанской (Южный Туран), чем с соседними по Северному Турану фаунами Прикаспия и дельты Амударьи. Это находит свое объяснение при сравнении сходства по ближнему соседству. В этом случае фауна северного Прикаспия сближается с фауной Устюрта, а фауна дельты Амударьи занимает промежуточное положение между Северным и Южным Тураном. Интразональная трактовка дельты Амударьи определяется распространением фаунистических элементов по поймам рек из биогеографических выделов, находящихся выше по течению, – явлением, уже известным

для Южного Турана (Krivokhatsky, 1994) и объясняемым сглаживанием экстразональных климатических характеристик в поймах пересекающих их рек.

Таблица 2.4

Фауна муравьиных львов Приаралья

№	Виды	Зоогеографические районы сборов	Годы	N	1	2	3	4	5	6	a	b	c
1	<i>Acanthaclisis pallida</i> McL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	70		
2	<i>Myrmecaelurus trigrammus</i> (Pall.)		-	-	+	-	-	+	+	-	-	8	
3	<i>M. major</i> McL.	-	+	+	+	+	+	+	+	+	152		
4	<i>M. varians</i> Nav.	+	+	+	+	-	-	+	+	+	9		
5	<i>Nohoveus zigan</i> (Asp., Asp., Hz.)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	116		
6	<i>N. crucifer</i> (Nav.)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	17		
7	<i>Aspoeckiana caudata</i> (Nav.)	+	+	+	+	-	+	+	+	+	10		
8	<i>A. uralensis</i> Hz.	+	+	+	-	-	+	+	+	+	151		
9	<i>Holzeus compactus</i> Kriv.	-	-	-	-	+	-	-	+	-	1		
10	<i>Lopesus fedtschenkoi</i> (McL.)	+	+	+	+	+	+	+	++	70			
11	<i>L. karakumicus</i> Kriv.	-	-	-	-	+	-	-	+	-	2		
12	<i>Cueta lineosa</i> (Rmb.)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	17		
13	<i>C. plexiformia</i> Kriv.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	380		
14	<i>Maracauda amoena</i> McL.	+	-	+	+	+	-	+	+	+	11		
15	<i>Subgulina talitzkii</i> (Lupp.)	+	-	+	+	-	-	+	+	-	8		
16	<i>Gepella modesta</i> Hz.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	1		
17	<i>Myrmeleon hyalinus</i> Ol.	-	-	-	-	+	-	+	+	-	2		
18	<i>Mesonemurus paulus</i> (McL.)	-	+	+	+	-	+	+	+	+	36		
19	<i>M. clarus</i> (McL.)	-	+	+	+	-	+	+	+	+	48		
20	<i>M. guenteri</i> Hz.	+	+	-	-	-	-	-	+	+	10		
21	<i>Macronemurus persicus</i> (Nav.)	-	+	+	+	-	+	-	-	+	9		
22	<i>Creoleon plumbeus</i> (Ol.)-	+	+	-	-	-	-	+	+	4			
23	<i>C. aegyptiacus</i> (Rmb.)	-	+	+	+	+	-	+	+	+	11		
24	<i>Neuroleon tenellus</i> (Klug)		-	-	+	-	-	-	+	-	-	1	

N	Виды	Зоогеографические районы сборов	Годы	N	1	2	3	4	5	6	a	b	c
25	<i>N. zakharenkoi</i> Kriv.	+	-	+	+	-	-	+	-	-	16		
26	<i>N. nemausiensis</i> Borkh.	+	+	+	+	+	-	+	+	+	71		
27	<i>Quinemurus metamerus</i> Kriv.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	2		
Итого	27 видов	особей	1234										

Примечание. Зоогеографические районы: 1 – северное Приаралье; 2 – о. Барсакельмес; 3 – дельта и ср. течение Сырдарьи; 4 – северные Кызылкумы; 5 – дельта Амударьи; 6 – плато Устюрт. *Годы сборов:* a – 1875–1915 – до начала аридизации; b – 1916–1960 – квазиустойчивое состояние; c – 1961–1995 – резкое падение уровня Аральского моря.

Фауна районов Кумистанской подпровинции Южного Турана (рис. 5) при кластеризации по среднему образует отдельный ствол, в котором фауны восточных Каракумов и южных Кызылкумов более сближены между собой, чем с экотонной фауной разделяющей их поймы Амударьи. При кластеризации по ближнему соседству более западные районы Каракумов (Центральные и Заунгузские) образуют отдельную ветвь, однако положение фауны Центральных Каракумов при кластеризации по среднему соседству позволяет отнести обе фауны к Южному Турану.

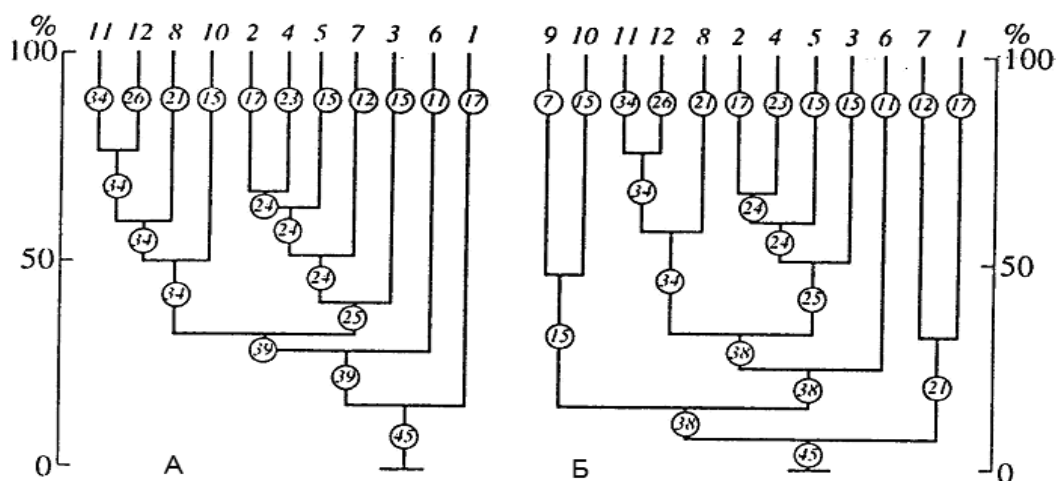


Рис. 5. Графы сходства фаун муравьиных львов Турана по коэффициенту Жаккара: А – кластеризация по среднему соседству (фауна Заунгузских Каракумов опущена в связи с малой репрезентативностью выборки); Б – кластеризация по ближнему соседству; 1 – 12 – конкретные фауны: северный Туран: 1 – северный Прикаспий (Прикаспийская подпровинция); Приаральская подпровинция: 2 – о. Барсакельмес; 3 – северное Приаралье; 4 – дельта и западная пойма Сырдарьи; 5 – северные Кызылкумы; 6 – дельта Амударьи; 7 – плато Устюрт; Южный Туран (Кумистанская подпровинция): 8 – пойма среднего течения Амударьи; 9 – Заунгузские Каракумы; 10 – Центральные Каракумы; 11 – восточные Каракумы; 12 – южные Кызылкумы; в кружках на каждой ветви указано отмеченное число видов.

К основному стволу северотуранских фаун (рис. 5) относятся фауны о. Барсакельмес (2), северного Приаралья (3), дельты и западной поймы Сырдарьи (4), северных Кызылкумов (5) и плато Устюрт (7); от них обособлены экотонные фауны: интразональная тугайная фауна дельты Амударьи (6) и особенно сильно – экстразональная фауна северного Прикаспия (1), расположенного в пределах северного геоэктона (Залетаев, 1979).

Характер ветвления основного ствола определяет принадлежность фауны о. Барсакельмес к фауне дельты и западной поймы Сырдарьи. Это расходуется с флористическими данными (Кузнецов, 1995, 1979), но отражает специфику фауны муравьиных львов, очевидно, распространяющихся на остров с востока и юго-востока. Можно предположить как эоловый перенос имаго, так и вынос коконов водами Сырдарьи. В отношении других насекомых это – тоже весьма обычный путь их распространения в Приаралье (Пирюлин, 1993а, б).

Фауна муравьиных львов северного Приаралья обнаруживает сходство с фаунами Устюрта и дельты Амударьи. Она имеет свою специфику и, относясь к стволу приаральских фаун муравьиных львов, имеет более интразональный характер, находясь на территории геоэктона полупустыни (Залетаев, 1979).

При любых вариантах обчёта с помощью разных коэффициентов сходства с большой надёжностью выделяются конкретные фауны, специфичные для Северного Турана (северные Кызылкумы, дельта и западная пойма Сырдарьи) и Южного Турана (южные Кызылкумы и восточные Каракумы). Другие фауны являются экотонными и биогеографически характеризуют Северный полупустынный (северный Прикаспий, северное Приаралье) и Южный пустынный (Устюрт и дельта Амударьи) экотоны. Высокая специфичность фауны Северного Турана обусловлена исторически.

Наибольшим числом видов (в среднем 24: от 15 до 34) характеризуются южнотуранские фауны, наименьшим – интразональная и пограничная фауны (14: 11–17); фауны Северного Турана по разнообразию ближе к последним (16.4: 12–23), что свидетельствует в пользу южного происхождения северотуранских фаун муравьиных львов.

Trichoptera. Собственно аральская фауна ручейников представлена 2 видами, массовыми до 1960-х гг. (Атлас..., 1974): *Agrypnetes crassicornis* McL. (Phryganeidae) и *Oecetis intima* McL. (Leptoceridae). В 1970-х гг. их встречаемость значительно снизилась, только *O. intima* встречался в значительном количестве; в 1990-х гг. имаго обоих видов отмечены единично вблизи устья Сырдарьи при отсутствии их на о. Барсакельмес и в северном Приаралье. Единично чехлики *O. intima* отмечены в начале 1980-х гг. в скважинно-сезонном водоеме о. Барсакельмес после его многолетнего заполнения. Фауна Сырдарьи определенно богаче фауны Арала, но дальние миграции ручейников затруднительны. На Барсакельмесе отмечены имаго 3 видов ручейников. В материковой части северного Приаралья имаго ручейников встречались лишь по морскому берегу; в 2000-х гг. не отмечены.

Lepidoptera. О. Барсакельмес имеет обширную фауну чешуекрылых; в 1975–77 гг. было выявлено 150 видов из 28 семейств (Пирюлин, 1978); дальнейшая работа добавила ещё более 100 видов (материал определен частично); оценка общего числа видов чешуекрылых Барсакельмеса – 250–300. Систематический состав чешуекрылых острова представлен в табл. 2.5.

В фауне чешуекрылых острова и северного Приаралья резко преобладают моли, огнёвки; из макрофренат наибольшим числом видов представлены совки (Noctuidae).

Дневные *Rhopaloscega* составляют менее 10% видов фауны о. Барсакельмес. Ряд чешуекрылых, обычных в северном Приаралье (*Papilio machaon* L., *Mellitea* spp., некоторые Satyridae, Lycaenidae и *Celerio euphorbiae* L.), на острове определенно отсутствуют даже как мигранты. На материке, в свою очередь, крайне редки виды, связанные с саксаулом.

В питании имаго большое значение имеют вторичные источники углеводов: падь тлей и бродящие выделения гусениц древоточцев *Holcocerus* spp. (Cossidae). Для всех видов характерно использование укрытий.

Таблица 2.5

Распределение чешуекрылых о. Барсакельмес по систематическим группам

Группа	N	%	Доминанты
Lepidoptera	150	100.0	
Microfrenata	91	60.66	
Protoheterocera	35	23.33	
Tineidae	3	2.0	<i>Monopis</i> sp.
Plutellidae	2	1.33	<i>Cerostoma</i> sp.
Lithocollethidae	1	0.66	<i>Lithocolletis</i> sp.
Walshiidae	2	1.33	<i>Ascalepia</i> sp.
Etmidae	1	0.66	<i>Ethmia</i> sp.
Coleophoridae	>5	3.33	<i>Coleophora</i> spp.
Gelechiidae	7	4.66	<i>Ornativalva</i> sp.
Oecophoridae	1	0.66	<i>Pleurota</i> sp.
Elaschistidae	1	0.66	<i>Elaschista</i> sp.
Torthricidae	4	2.66	<i>Hysterosia</i> sp., <i>Pelochrista arabescana</i> Flkv.
Zygaenidae	1(+1)	0.66	<i>Procris</i> sp.
Scythridae	3	2.0	<i>Scythris</i> sp.
Pterophoridae	4	2.66	<i>Agdistis tamaricis</i> Z.
Pyralidodea	56	37.33	
Crambidae	6	4.0	<i>Euchromius</i> spp.
Phycitidae	32	21.33	<i>Salebria</i> spp.
Pyralidae	7	4.66	<i>Constantia</i> spp.
Pyraustidae	11	7.33	<i>Loxostege sticticalis</i> L.
Macrofrenata	59	39.33	
Rhopalocera	8	5.33	
Pieridae	2(+1)	1.33	<i>Pontia daplidice</i> L. <i>Colias</i> spp.
Lycaenidae	3	2.0	<i>Cigaritis acamas</i> Klug.
Satyridae	2	1.33	<i>Satyrus anthe</i> O.
Nymphalidae	1(+1)	0.66	<i>Vanessa cardui</i> L.
Metachetocera	51	34.0	
Cossidae	3	2.0	<i>Holcocerus</i> spp.
Lasiocampidae	3	2.0	<i>Eriogaster</i> sp.,* <i>Lasiocampa eversmanni</i> Ev.
Sphingidae	2	1.33	<i>Hyles lineata</i> F.
Geometridae	>6	4.0	<i>Euchrostis herbacea</i> Hubn., <i>Eupithecia</i> spp.
Orgiidae	1	0.66	<i>Orgia dubia</i> Stgr.
Arctiidae	3	2.0	<i>Phragmatobia fuliginosa</i> L.
Noctuidae	33	22.0	Виды <i>Athetis</i> , <i>Discestra</i> , <i>Anumeta</i> , <i>Aleucanitis</i>

Примечание. В круглых скобках указано число видов, отмеченных на о. Барсакельмес только как редкие мигранты; * – вид, близкий к *E. henkei*, но питающийся на курчавке (*Atraphaxis spinosa*) и с более четким рисунком крыльев имаго. Кроме перечисленных семейств, в фауне Северного Приаралья единичными видами представлены Momphidae (в том числе на о. Барсакельмес), Yponomeutidae, Hesperidae и Papilionidae. Таблица составлена преимущественно по материалам 1975–1977 гг. (Пирюлин, 1978).

Гусеницы совок с расчленяющей окраской (поперечные полосы или пятна), питающиеся на жужгунах *Anumeta* spp. и саксаулах (предположительно *Thargelia* sp. и *Pseudohadena* sp.), характерны только для полузакрепленных песков, они на день закапываются в грунт в нескольких (до 10–30) метрах от кормового растения, что позволяет им выйти за пределы связанных с растениями агрегаций хищников и паразитов и не образовывать плотных собственных агрегаций. Не успевшие закопаться гусеницы в разгар лета уже к полудню гибнут на разогретом до 60–70°C песке и становятся добычей муравьев, а при мумификации – чернотелок.

Имаго совок *Athetis* sp. и ряд других видов древнеаральской террасы на день прячутся в почвенные трещины. На имаго, связанных с почвой как укрытием, обычно присутствуют нимфы клещей-красотелок. В почвенных трещинах обитает ряд гусениц совок, выходящих на поверхность только для того, чтобы срезать лист растения и унести его в укрытие. Для гусениц огнёвок характерны паутинные укрытия как для норно-почвенных (*Constantia* spp.), так и для обитающих днем на растениях (*Heterographis* spp.) видов.

Для гусениц, остающихся днём на растениях, характерна покровительственная зелёная или бурая окраска с продольными полосами; летом они днем уходят в глубину кроны.

Дневные бабочки (имаго) ночуют обычно в глубине кустов саксаула и тамарикса; *Satyrus anthe* – в привходовой части нор грызунов (при этом задние крылья бывают обтрёпаны до жилок на 5–7 мм), в промоинах и плотной тени растений (саксаулы, караганники). В разгар лета активность у большинства дневных бабочек утренне-вечерняя; в отдельные дни даже *Vanessa cardui* в полдень пряталась в кронах саксаулов, прекращая активность.

Для о. Барсакельмес и Приаралья характерно периодическое появление в массовом количестве мигрирующих *Loxostege sticticalis*; гусеницы этого вида не обнаружены. Мигрант *Vanessa atalanta* L. встречается единично в конце лета. Только однажды в окрестностях Аральска отмечена *Vanessa io* L.. Имаго *Vanessa cardui* также в большинстве случаев является иммигрантом для Барсакельмеса, где они обычны или массовы, хотя гусеницы этого вида лишь единично обнаружены на *Artemisia terrae albae* древнеаральской террасы и на сбое новоаральской террасы.

К осциллянтам однозначно относятся *Satyrus anthe* и *Microbiston lanaria* Ev. (Geometridae) с бескрылой самкой, резко (на 2–3 порядка) увеличивающие численность во влажные годы за счет прежде всего массового размножения, а не миграций.

Diptera. Двукрылые разнообразны, но в целом мало изучены в Приаралье; в северном Приаралье и на о. Барсакельмес представлены многими массовыми видами; некоторые виды и высшие таксоны использованы автором при характеристике локальных фаун и энтомокомплексов (Asillidae: *Satanas gigas*; некоторые Bombyliidae, Syrphidae: *Eristalis tenax*; Ephydriidae: *Ephydra* sp.); Chironomidae характеризуются преимущественно по литературным данным.

2.1.1. Фауна членистоногих о. Барсакельмес в фаунистическом континууме северного Приаралья и Турана

На о. Барсакельмес сохранились многие виды членистоногих, характерные для двух основных ландшафтов северного Приаралья: биюргуново-серополынных равнин, ограниченных сбросами Тургайской столовой страны, и грядовых песков (Большие и Малые Барсуки, Приаральские Каракумы). Биюргуново-серополынная экосистема изначально резко доминировала на острове над грядово-бугристыми песками новоаральской террасы, оконтуривающей остров по его восточному, северному и западному берегу; однако с развитием псаммофитных (галопсаммофитных) сообществ на постаквальной суше их соотношение приобретает тенденцию к выравниванию, действующую до настоящего времени, и лишь на заключительной стадии восстановительной сукцессии, с учётом трансформации ландшафта под влиянием эолового переноса, можно ожидать её инверсии.

Уже это позволяет заключить, что фауна Барсакельмеса изначально и, по-видимому, в итоге восстановительной сукцессии является конкретной фауной северного Приаралья, несмотря на проникновение на остров и закрепление на нём (преимущественно по пескам и долинам рек) ряда южных видов.

2.2.2. Обзор наземных локальных фаун древнеаральской и новоаральской террас на примере о. Барсакельмес

Приведенные Н.Б. Кабановой (1995) данные (собранные при участии автора) характеризуют комплексы жесткокрылых Барсакельмеса. Учтены 148 видов 105 родов из 15 семейств. Работа велась сезонно в 1973–76 гг., в зональных станциях, при минимальном еще влиянии регрессии Арала, на экологических участках, заложенных для проведения многолетних работ (см. главу I). Аналогичных работ для Приаралья нет, приведенные данные являются исходными.

Таблица 2.6

Растительность основных биотопов о. Барсакельмес. (По: Н.Б. Кабановой, 1995)

Э	№	Растительное сообщество	Число видов растений		Годичные изменения числа высших растений	Общее проективное покрытие	Доминанты
			Ц	Л			
БПЭ	I-1	Серополынный пырейный	15	2	7–15	35–55	A.terrae albae, Agropyrum desertorum
–	I-2	Серополынный чистый	12	1	10–12	35–47	A.terrae albae
–	I-3	Биоргунный серополынный	11	1	–	27–35	Anabasis salsa, A.terrae albae
–	I-4	Биоргунный чистый	12	1	–	25–32	Anabasis salsa
–	IV-1	Серополынный с саксаулом	8	0	–	37–56	A.terrae albae, Haloxylon aphyllum*
–	IV-2	Биоргунный	5	0	–	12–20	A. salsa
СТЭ	IX-1	Саксаульный эфедровый	9	0	–	26–27	H. aphyllum, Ephedra distachia
–	IX-2	Тамариксный эфедрово-прибрежный	8	0	–	45–50	Tamarix ramosissima, E. distachia, Aeleropus litoralis

Примечание. * 5–6 кустов на 100 м². Э – экосистемы: БПЭ – биоргуново-серополынная экосистема с саксаулом (экологические участки NI и N IV); СТЭ – саксаулово-тамариксово-эфедровая экосистема (экологический участок N – IX); № – номера экологических участков (римские цифры) и сообществ – арабские цифры; ц – число видов цветковых растений, л – число видов лишайников.

Н.Б. Кабановой анализировалось распределение жесткокрылых в двух наиболее распространенных экосистемах (табл. 2.6): биоргуново-серополынной с саксаулом, занимающей большую часть плато и древнеаральской террасы ("равнины", или "сниженной равнины" Н.Б. Кабановой), и саксаулово-тамариксово-эфедровой, характерной для грядово-бугристых песков новоаральской террасы, пограничной в 1970-х гг. с морским побережьем.

Для сбора материала были использованы нейтральные ловушки Барбера диаметром 77 мм, установленные в изучаемых сообществах по 5 шт. на 24 м² или по 10 шт. на 48 м². Ловушки просматривали 6–10 раз за феноклиматический сезон. Типы питания приведены по собственным наблюдениям и литературным данным.

При анализе зоогеографических связей жесткокрылых учтена работа Пирназарова (1972) по чернотелкам Каракалпакии, использованы выводы Е.М. Лавренко (1962) о биогеографическом подразделении Древнего Средиземноморья и работа А. Ф. Емельянова (1974) о классификации ареалов.

Результаты анализа сходства (Jaccard, 1912) и различия (Preston, 1962) исследованных комплексов жесткокрылых, приведенные в табл. 2.7, показывают достоверное различие фаун жесткокрылых двух наиболее распространенных на Барсакельмесе экосистем и значительную разнородность элементов их сообществ при наибольшем сходстве фаун серополынного и серополынного с саксаулом.

Таблица 2.7

Анализ состава комплексов жесткокрылых

Сравниваемые растительные сообщества	N	Kj,%	Kp
Биюргуново–серополынная экосистема с саксаулом – саксаулово-тамариково-эфедровая экосистема	21	23.6	0.64
Саксаульник эфедровый – тамарикник эфедрово-прибрежнический	10	27.0	0.65
Серополынный – биюргуновый	12	21.0	0.69
Серополынный – серополынный с саксаулом	23	36.4	0.51

Примечание. N – число общих видов; Kj – коэффициент Жаккара; Kp – коэффициент Престона.

Распределение Orthopteroidea Барсакельмесе по береговому профилю проанализировано для 48 видов (Пирюлин, Озерский, 1995). Число видов ортоптероидов закономерно убывает при переходе от гипсофильной древнеаральской террасы (83% видов) к псаммофильной новоаральской террасе (63% видов), осушке (25% видов) и прибойной полосе (23% видов при единичных ценобионтных видах, – преобладают мигранты). Некоторое увеличение числа видов Tettigonidae у прибойной полосы связано исключительно с мигрантами, хотя в 1950-е годы у берега отмечали относительно богатую видами группировку прямокрылых (Курочкина, 1956), связанную с околородной растительностью.

На прибойной полосе ортоптероиды представлены почти исключительно мигрантами (преимущественно иммигрантами); исключение составляют *Labidura riparia*, прибрежный вид с всеветным ареалом, и *Grillotalpa unispina*. Интенсивность выбросов насекомых, в том числе ортоптероидов, на прибойную полосу может достигать многих сотен на квадратный метр; выбросы происходят практически ежегодно, но достаточно нерегулярно; выживаемость выброшенных насекомых ничтожна. Наличие афитной молодой осушки на Барсакельмесе является серьезным барьером при их распространении по профилю вследствие летальных дневных температур поверхности открытого грунта в разгар лета.

Особенности заселения высохшего дна Арала более полно выявляются не на Барсакельмесе, где лишь единичные виды ортоптероидов (*Empusa pennicornis*, *Hyalorhipis clausi*) проникли на осушку к началу 1990-х гг., а по берегам северного Приаралья, где опесчаненность поверхности грунта (и песчаная позёмка, мешающая зарастанию) меньше, а зарастание более быстрое, плотное и разнообразное. В частности, интересно сравнить особенности выхода на осушку разных трофических групп ортоптероидов.

Облигатные хищники (богомолы) охотно заселяют осушку северного Приаралья при ее достаточном зарастании (чего не было на Барсакельмесе), обеспечивающем наличие добычи, укрытий и повышенную влажность. Фауна приаральских богомолов представлена на осушке более чем на 60%. Отсутствие на осушке хищного кузнечика *Saga pedo*, отмеченного на чинке Алтынчокусу, вполне объяснимо: этот лощинно-луговой в северном Приаралье вид не обитает в узких лощинах приморских чинков, лишенных луговой растительности.

Детритофаги для высохшего дна Арала не характерны, однако факультативная детритофагия отмечена у *Pyrgomorpha bispinosa deserti* В.-Вien., отмеченного на обсохшем дне моря в восточном Приаралье. Фитофаги представлены на осушке заметно меньше, чем хищники (30–40% материковых видов). Высокая мобильность хищников позволяет им быстро заселить обсохшее дно моря, а миграционный фон насекомых достаточен для пропитания на осушке некоторого их числа. Мигрирующие на бывшее морское дно Арала насекомые всех групп находятся под сильным прессом позвоночных-энтомофагов: птиц

(*Lanius exquibitor*), рептилий (*Agama sanguinolenta*, *Phrynocephalus helioscopus*, *Crossobamon*, *Eremias* spp.); из млекопитающих – ушастых ежей.

Формирование фаун ортоптероидов осушки Барсакельмеса и материковой осушки Арала имеют некоторые отличия. На материковую осушку выходит 31 вид из 86 (36%); на островную – 12 из 48 (25%); таким образом, островная осушка менее полно представляет прилегающую локальную фауну, чем материковая. На острове большинство видов выходит лишь на основание осушки. На материке ряд видов широко распространен по осушке (*Ochridia*, *Hyalorrhypus*). Здесь, помимо более заселенной полосы в основании осушки, наблюдается заселенная ограниченным числом видов (преобладает *Heteracris*) сплошная прибрежная полоса саликорнии и сведы, которая на острове изрежена или отсутствует. Это связано с более интенсивным эоловым переносом на острове, затрудняющим зарастание высохшего дна Арала и его заселение насекомыми. Распределение артропод (в частности, ортоптероидов) по профилю осушки отражает как динамику их расселения, так и динамику формирования на осушке подходящих ниш, в первую очередь вследствие ее зарастания.

Можно констатировать, что Барсакельмес имеет пустынную фауну ортоптероидов (табл. 2.8) в обеднённом северопустынном варианте при преобладании видов с широкими ареалами (экстразональная тенденция) и депрессией фитофильных прибрежных видов, связанных с околководной растительностью (рефугиумом для некоторых видов служат бордюры не связанных с морем стоковых временных водоёмов). Максимально заселены интразональные и гипсофильные станции; высохшее дно Арала заселяется в основном после его зарастания, замедленного на острове по сравнению с северным Приаральем. Миграционный фон ортоптероидов достаточен для заселения высохшего дна моря сразу после формирования на нём приемлемых для их выживания условий. Развитие ландшафта осушки на острове, как и в северном Приаралье, ведет к дифференцировке псаммофильных и гипсофильных сообществ с временным развитием практически безжизненных ленточных солончаков, редуцируемых дефляцией в вековом цикле. Это должно в итоге привести к мозаике ландшафтов и экосистем, типичной для северного Приаралья (см. главу I). Параллельно формируются соответствующие комплексы ортоптероидов и других артропод, прежде всего за счёт миграции из зональных станций и рефугиумов.

2.2.3. Элементы динамики наземных членистоногих

Ниже приведены данные по многолетней, сезонной и суточной динамике членистоногих, полученные преимущественно на о. Барсакельмес. Многолетняя динамика (по крайней мере, ряда видов на о. Барсакельмес и в северном Приаралье) может быть различна вследствие формирования на острове хронопопуляций мигрантов. Предполагается формирование на острове хронопопуляций встречающихся не каждый год каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (P. Ros.), кузнечика *Tettigonia caudata* Ch., листоеда *Theone silphoides* (Dalm.), чешуекрылых *Orgyia dubia* Taush., *Xylena exsoleta* L., *Vanessa cardui* L. и др.

Таблица 2.8

Состав и распределение фауны Orthopteroidea о. Барсакельмес

Виды и высшие таксоны	СП	ОМ	Г	П	ПС	ПП
Сумма видов (162 по Ф.Н. Правдину)	175	31	40	30	12	11
% видов северных пустынь	–	90	–	–	–	–
% видов южных пустынь	–	10	–	–	–	–
% видов от фауны Приаралья	208	35	47	35	14	12
% видов от фауны о. Барсакельмес	–	–	83	63	25	23

Условные обозначения: СП – северные пустыни, ОМ – материковая осушка Арала; Г – гипсофильно-солончаковые станции, П – псаммофильные станции, ПС – постаквальная суша Барсакельмеса, ПП – прибойная полоса Барсакельмеса.

Вековая и многолетняя динамика артропод

Аральское море, как и большинство стоковых водоёмов аридной зоны, имеет непостоянный режим, который (в отличие от блуждающих озёр типа Лобнор) задаётся не столько геоклиматической фазой, сколько гидрологическим переключателем стока Амударьи, седиментационно-аллювиальный механизм которого мог предположительно работать в автоколебательном режиме. При этом геоклиматические колебания будут наложены на регрессионно-дигрессионный цикл Арала как вторичные, а сам цикл Арала не обязательно прямо коррелирует с геохроноклиматической шкалой и поэтому может быть назван *псевдогеоклиматическим*.

Непосредственное изучение изменений фауны членистоногих по фоссильным и субфоссильным остаткам малоперспективно из-за дефляции и эолового переноса, ведущих к переотложению и фрагментации остатков, быстрому разрушению хитиновых остатков в большинстве почвогрунтов и явной избирательности спектров субфоссильных остатков организмов в соляных отложениях на месте бывших гипергалинных водоёмов. Моделью подобных ориктоценозов (танатоценозов) являются современные выбросы мигрантов на прибойную полосу и спектр насекомых, тонущих в современных гипергалинных водоёмах. Знакомство с ними показывает, что они не представляют достоверно никакой конкретной фауны, обогащены интерзональными видами и широкими мигрантами при полном отсутствии многих обитающих рядом зональных видов.

Однако процессы, идущие в настоящее время на бывшем дне моря, во многом аналогичны процессам, происходившим при исторических и доисторических колебаниях уровня Арала с той разницей, что геологически обусловленные изменения происходили, скорее всего, медленнее антропогенных, и восстановительные сукцессии могли проявить себя с большей эффективностью. Тем не менее многократное затопление и высыхание Приаралья не могло не депрессировать многообразие видов членистоногих через неустойчивость природных комплексов в целом, так как и нивелировка рельефа, и деструкция растительности снижает число и разнообразие потенциальных экониш, обеспечивающих выживание членистоногих.

Границы исторического времени в Приаралье сложно определить, но оно и здесь продолжается уже нескольких тысячелетий (Кузьмина, 1994). В этот период переключатель Арала – поворот Амударьи то в Каспий, то в Арал – сознательно использовался в межплеменной политике кочевников. Переключатель работал и в третью сторону – на орошение (Чихачёв, 1982; Муравьев, 1991). До XX века антропогенное влияние на гидрологический режим носило, скорее, аппликативный, наложенный характер, чем альтернативный, характерный для техноцена, необратимо подменяющий природное состояние и нарушающий его равновесие. Корни аральского кризиса во многом лежат в прошлом. Человек – слишком универсальный консумент, чтобы современные (уже обедненные) сообщества пустынь могли выдержать его даже в режиме экстенсивного кочевья, как мигранта-интерзонала, каковым он здесь является изначально.

Наблюдаемая после современного высыхания моря восстановительная сукцессия пустынных биоценозов на постаквальной суше рассматривается нами как часть векового природного цикла в Приаралье, однако мы располагаем лишь некоторыми данными о происшедших за последний век изменениях фауны членистоногих Приаралья в целом. В частности, эти изменения были реконструированы на *примере фауны муравьиных львов* (Neuroptera: Myrmeleontidae). Формирование фауны муравьиных львов Приаралья иллюстрирует геоисторические и вековые изменения (Кривохатский, Пирюлин, 1997; Кривохатский, 2009). Фауна муравьиных львов Приаралья, близкая к современной, в основном сформировалась в конце плиоцена на равнинной территории Северного и Южного Турана за счет собственной доплиоценовой фауны и пустынных, вероятно, плиоценовых видов.

Доплиоценовая фауна представлена здесь тремя скифскими по происхождению видами (*M. trigrammus*, *N. zigan*, *C. plumbeus*), проникшими в Туран с запада и севера, и двумя субтропическими тетийскими по происхождению видами (*M. hyalinus*, *N. tenellus*). Ряд степных и неморальных видов (рода *Myrmeleon* и др.) в это время был вытеснен наступающей пустыней.

Собственная пустынная фауна в своем развитии связана либо со всей совокупностью сахаро-гобийских пустынь (3 вида: *Lopezus fedtschenkoi*, *Cueta lineosa*, *Creoleon aegyptiacus*), либо с меньшими пустынными территориями (*Acanthaclisis pallida*, *Aspoeckiana uralensis*, *Holzezus compactus*; *Myrmecaelurus varians*, *Gepella modesta*, *Macdonemurus persicus*, *Mesonemurus paulus*, *M. clarus*, *Neuroleon zakharenkoi*; *Nohoveus crucifer*, *Aspoeckiana caudata*, *Lopezus karakumicus*, *Maracanda amoena*, *Subgulina talitzkii*, *Quinemurus metamerus*). Центром происхождения половины рецентной фауны Приаралья является плиоценовый Ирано-Туран.

Более поздними по происхождению (плейстоцен) являются 4 северотуранских вида (*Myrmecaelurus major*, *Cueta plexiformia*, *Mesonemurus* sp., *Neuroleon* sp., – 15% современной фауны). Для некоторых видов без труда отыскиваются предковые формы среди видов, до сих пор заселяющих Приаралье. Так, *Cueta lineosa*, сахаро-гобийский полусубтропический по происхождению вид, массовый в предгорьях Южного Турана, проникал и ныне проникает на пустынную территорию Северного Турана только по поймам Амударьи и Сырдарьи. Побережье Арала – вероятное место плейстоценового теплоумеренного происхождения *C. plexiformia*, откуда эта новая форма, приспособившаяся к обитанию в северных пустынях (Кривохатский, 2009), широко расселилась в Джунгарии и по Северному Турану и даже проникла в Южный, заселив Южные Кызылкумы и отчасти Каракумы. Северотуранский *Myrmecaelurus major* имеет общего предка с южнотуранско-хорасанским *M. paghmanus* Hz. Видообразование в этом случае шло по принципу ландшафтно-климатического размежевания (теплоумеренные равнины – *M. major*; полусубтропические горы и предгорья – *M. paghmanus*).

Процессы видообразования, специфичные для Северного Турана, начавшиеся вместе с его зоогеографическим обособлением в плейстоцене, продолжают до сих пор. Об этом говорит присутствие здесь ряда широко распространенных полиморфных видов. Так, *Aspoeckiana uralensis* имеет не менее 6 географических форм. В Приаралье он представлен 3 подвидами: преимущественно северотуранским *A. uralensis jakushenkoi* Zakh., известным от Мангышлака до Балхаша (65 % в сборах из Приаралья); северотуранским *A. uralensis uralensis* Hz., распространенным от Калмыкии до северного Приаралья (30%); преимущественно южнотуранским *A. uralensis longiventris* Zakh. (5% в сборах; известен в Приаралье только с о. Барсакельмес и из Приаральских Каракумов).

Некоторые обычные в пустынях Южного Турана виды (*M. varians*, *M. amoena*, *S. talitzkii*, *M. persicus*) в Приаралье редки и встречаются только в песках (подтверждая вторичный характер последних). Проникновение этих туранских по происхождению, южнотуранских по преимущественному распространению видов в Северный Туран связывается с ксеротермическими фазами четвертичного периода, когда многие южные пустынные виды проникли в северные пустыни и на песчаных участках образовали изолированные колонии (Крыжановский, 1965). В данном случае длительной изоляции не наблюдалось, о чем говорит полная идентичность особей из Приаралья с южнотуранскими. Последнее значительное пополнение приаральской фауны за счет южных форм может относиться к эголоцену, – времени поворота русла Пра-Амударьи на север к Аральскому морю.

Благодаря расселению предгорных видов по поймам рек (Кривохатский, 1994) в дельту Амударьи в эголоцене попадает *Myrmeleon hyalinus*. Виды рода *Myrmeleon* отсутствуют в Приаральской и Прибалхашской подпровинциях Северного Турана. Эта фаунистическая лакуна связана с возникновением здесь обширных пустынь в плиоцене. Заселение же с севера соседней Прикаспийской подпровинции, также лишенной в плейстоцене собственной фауны рода *Myrmeleon*, сразу несколькими степными и неморальными видами этого рода –

процесс голоценовый (по интерзональным элементам) и антропогенный, связанный с искусственными лесными насаждениями. Формирование голоценовой оазисной фауны в зоне пустынь известно для разных групп насекомых (Крыжановский, 1965). В Урдинском бору на Рын-песках в центре Прикаспийской подпровинции, наряду с пустынными *L. fedtschenkoi*, обитают степные *Myrmeleon immanis* Walk. и неморальные *M. inconspicuus* Rmb. (Krivokhatsky, Zakharenko, 1996). Виды рода *Myrmeleon* в северном Прикаспии отмечены во многих интерзональных и оазисных районах.

Отсутствие в типичных северных пустынях представителей трибы Myrmeleontini (виды двух других палеарктических родов *Euroleon* E.-P. и *Kirghizoleon* Kriv. et Zakh. также отсутствуют в Северном Туране) связано с их биологией и спецификой региона. Личинки муравьиных львов этой трибы, прибрежной по происхождению, на протяжении всей активной жизни строят неглубокие воронки в затененных местах с сыпучими грунтами (тугаи, склоны дюн, террасированные обрывы). При появлении огромных пустынных пространств в плиоцене на фоне перемещения теплоумеренных фаун с севера степные и неморальные виды рода не смогли освоить пустынные южные территории, а виды наиболее аридной субтропической группы *M. hyalinus* смогли закрепиться только в самых южных предгорных районах, где, наряду с сыпучими песками, в избытке были представлены затененные участки. Их расселение вглубь пустынь по поймам рек явно связано с тугаями. Приуроченность видов рода *Myrmeleon* в аридных зонах к предгорьям и поймам тугайных рек сохранилась до настоящего времени.

Современное антропогенное изменение приаральских экосистем в первую очередь проявилось в элиминации редких ирано-южнотуранских по происхождению видов муравьиных львов. К исчезнувшим из Приаралья видам этой группы относятся *G. modesta*, *N. zakharenkoi*, *N. tenellus*, *Q. metamerus*, последние находки которых в Приаралье относятся к 1907–1912 гг. При этом *N. zakharenkoi*, судя по широкой географии находок, до 1912 г. был массовым в песчаных пустынях Приаралья. Причины исчезновения этих видов неизвестны. Возможно, их появление и исчезновение в Приаралье связано с чередованием пльвиальных и ксеротермических фаз, характерным для четвертичного периода.

С учётом сказанного циклическое появление и исчезновение в Приаралье ряда видов муравьиных львов (и других артропод), возможно, связано как с естественным чередованием пльвиальных и ксеротермических фаз, так и с флюктуациями стока транзитных рек, определяющими состояние и само существование Арала, а также с естественными сукцессионными циклами пустынных сообществ, и тем более – с флюктуациями природопользования.

Причина исчезновения некогда массового по берегам и на островах Аральского моря *Myrmecaelurus trigrammus* (последние массовые сборы Л.С. Берга, 1900) кроется в особенностях биологии его личинок, строящих ловчие воронки в лессовидных грунтах. Уплотнение поверхности почв при засолении или загипсовывании связано с образованием непреодолимой для личинок корочки, что и привело к полному исчезновению вида в зоне засоления вокруг Арала. Ближайшими современными находками (1980–1995 гг.), ограничивающими зону засоления, являются: с запада – Мугоджары и Мангышлак, с востока – реки Сарысу и Арысь. Можно ожидать также исчезновения *Holzezus compactus*, *Lopesus karakumicus*, *Subgulina talitzkii*, не найденных в Приаралье после 1960 г., и *Maracauda amoena*, *Myrmecaelurus varians*, *Aspoeckiana caudata*, *A. uralensis longiventris* с похожим образом жизни личинок, редких или уже отсутствующих в ранее заселенных ими районах Приаралья.

Нами также проанализировано изменение фауны прямокрылых о. Барсакельмес при кризисном опустынивании. При сравнении наших данных за 1970-е–80-е гг. (Пирюлин, Озерский, 1995) с данными Курочкиной (1956) можно констатировать исчезновение на Барсакельмесе прибрежно-псаммофильного *Chrotogonus turanicus*, прибрежных фитофилов *Duroniella gracilis* и *Tropidopola turanica*, псаммофильного *Acrotylus insubricus*, прибрежного *Bruntridactylus tartarus* и даже *Oedaleus decorus*, обитавшего в биюргуново-серопольной

пустыне, а также *Sphingonotus coerulans*, отмеченного единично в 1950-х гг. Резко сократилось распространение на острове *Acrida oxucephala*, обитавшего в тростниковых зарослях по берегам лагунных солёных озёр, а в настоящее время отмеченного лишь у Огородного бугута (на тамариксе, прибрежнице и тростнике) на площади немногим более 100 м². Очевидно сокращение численности пруса *Calliptamus barbarus cephalotes* (несмотря на массовую иммиграцию), обитавшего преимущественно на морском побережье, и кузнечика *Platycleis intermedia*, фоновая численность которого в 1950-е гг. достигала в песках 1 экз./м² в песках новоаральской террасы.

Таким образом, при резком сокращении площади околородной растительности из-за высыхания солёных озёр исчезли (или почти исчезли) все околородные виды прямокрылых (и, возможно, других ортоптероидов), кроме прибрежной уховёртки и одношипной медведки, которые могли даже увеличить свою численность (медведка не указана у Т.А. Курочкиной и, вероятно, была редка в 1950-х гг.). Исчезнувшие на острове виды отмечены в восточном Приаралье (низовья Сырдарьи) в 1990-х гг. и по осушке северного Приаралья в 2000-х гг. при формировании здесь обширных тростниковых массивов.

В первом приближении многолетняя динамика членистоногих определяется чередованием сухой и влажной многолетней фазы. Работа на о. Барсакельмес пришлась преимущественно на сухие годы. В 1989 и 1991–92 гг. удалось скорее увидеть, чем подробно исследовать в связи с краткосрочностью полевых работ, последствия нескольких лет с повышенным количеством осадков. Эти последствия выразились в относительно устойчивой, но обратимой смене некоторых доминантов. Отмечено повышение численности ряда видов на древнеаральской террасе: кобылки *Sphynonotus salinus*, богомола *Rivetina nana* (с выходом в пески новоаральской террасы), кузнечика *Ceraeocercus fuscipennis* (с его распространением из лощин на плакоры). Возросла также численность ряда видов у бугутов (единичного *Tettigonia caudata*) и у прибойной полосы Арала (*Cicindela* spp. и *Gryllotalpa unispina*).

Таким образом, многолетняя влажная фаза затрагивает наиболее стабильные гипсофильные энтомокомплексы наиболее стабильного ландшафта древнеаральской террасы острова и, в меньшей степени, пески новоаральской террасы, куда мигрирует некоторая (незначительная в целом, но способная основать хронопопуляцию при длительной влажной фазе) часть факультативных гипсофилов. Опустынивание временно снижается, пески уплотняются, на что многие виды закономерно отзываются ростом численности, сглаживанием мозаики распределения и расширением топиши. Последствия многолетней влажной фазы, очевидно, нарастают по мере её развития и постепенно, с некоторым гистерезисом, устраняются в условиях наступившей ксерофазы.

Определённо негативное влияние многолетней влажной фазы оказала лишь на мокриц *Hemilepistus cristatus* (видимо, были затоплены норы), численность которых снизилась. Кокконопряд *Eriogaster* sp. также снизил численность на всю влажную фазу 1987–1989 гг. (устное сообщение Д.О. Елисеева и материалы автора 1989 г.), что, однако, у этого обычно массового вида могло быть реализовано и через популяционно-консортивные связи.

Влияние однолетней влажной фазы (климатической флюктуации) наблюдалось в начале 1980-х годов и было иным по своему характеру, чем многолетняя влажная фаза 1987–1989 гг. Временное уплотнение песков по внутреннему краю авантюны и на молодой постакавальной суше северного берега вследствие поверхностного засоления привело к более свободной, чем обычно, возможности миграции в пески гипсофилов. Однако лишь сезонно (весной и осенью, расселительная миграция) мигрирующие *Hemilepistus cristatus* закрепились на уплотнённых полосах песков в массе, остальные гипсофилы мигрировали в пески единично. Выветривание поверхностной корочки в разгар лета и песчаная позёмка разрушили привходовую часть, а затем и засыпали норы мокриц, хроноценопопуляции которых в песках оказались недостаточно устойчивыми даже для однократной генерации.

Сезонная динамика артропод

Сезонная динамика охарактеризована на примере имаго жесткокрылых и чешуекрылых о. Барсакельмес.

Сезонная динамика основных трофических групп жесткокрылых (фитофагов, детритофагов и зоофагов) прослежена Н.Б. Кабановой (1995) на протяжении 4 лет на о. Барсакельмес. Описание изменений фауны в течение 5 феноклиматических сезонов (из 10 выделенных, см. главу I) приведено ниже.

Сезонная динамика жесткокрылых биюргуново-серопольной экосистемы с саксаулом (на плотных почвах древнеаральской террасы) и саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистемы (в песках новоаральской террасы):

1. **Ранняя весна.** Обилие и разнообразие фитофагов в сезоне невелико. В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом среди фитофагов обнаружены *Lasiostola carinata* Kraatz., доминирующий в большинстве сообществ экосистемы, и *Sphenoptera lateralis* Fald. В песках фитофаги не обнаружены.

Обилие и видовое разнообразие жесткокрылых-детритофагов в саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме (в песках) в данный сезон близки к таковым на плотных почвах. В песках доминирует *Adavius fimbriatus* Men., обычный в тамарикснике эфедрово-прибрежницевом. В данный феноклиматический сезон *Trigonoscelis echinata* Fisch. представлен как в саксаульнике эфедровом, так и в тамарикснике. Для этого детритофага-эпигеобионта неоднократно отмечена фитофагия в кроне саксаулов. Кроме названных детритофагов, в саксаулово-тамариксовой экосистеме ранней весной зарегистрированы *Diaphanidus* sp. и *Paranemia* sp.

В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом отмечены детритофаги *Onitis humerosus* Pall., *Zophosis punctata nitida* Gebl., *Pimelia cephalotes* Pall. Зоофаги ранней весной не представлены ни в одной из исследованных экосистем.

2. В **разгар весны** создаются все условия для массового появления фитофагов; в биюргуново-польной экосистеме в этот период насчитывается 13 видов из данной трофической группы: *Acinopus striolatus* Zubk., *Julodis variolaris* Pall., *Chioneosoma vulpinum* Pall., *Bulaea lichatschovi* Humm., *Lasiostola carinata*, *Mylabris audouini* Mars, *M. ocellata* Pall., *Chloropterus versicolor* Mor., *Cryptocephalus properus* Wse, *Phacephorus argyrostomus* Gyll., *Stephanophorus verrucosus* Gebl., *Bothinoderus carinatus* Zoubk., *Metadonus anceps* Boh. Доминантом остается *Lasiostola carinata*, субдоминантом является *J. variolaris*. 20 апреля 1975 г. был зарегистрирован массовый вылет *Ch. vulpinum*. Наибольшее количество жуков (до 80 на 10 м²) приходилось на 17–19 ч, лет продолжался всю первую половину ночи. 21 апреля можно было обнаружить не более 20–25 жуков на 10 м² в серопольнике, но в саксаульнике эфедровом они отмечались в массе, до 50 экз. на куст саксаула. К вечеру 21 апреля число жуков в серопольнике резко возросло. После 22–25 апреля вид встречался только в эфедровом саксаульнике (предполагается миграция из серопольника). В саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме зарегистрированы 2 вида фитофагов (*Julodis variolaris* и *Chioneosoma vulpinum*), их встречаемость здесь невелика.

Обилие и видовое разнообразие детритофагов в сезон разгара весны также возрастает по сравнению с предыдущим сезоном. В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом эта трофическая группа представлена 9 видами: *Onthophagus marginalis* Gebl., *O. vitulus* V., *Xyletinus ornatus* Germ., *Zophosis punctata nitida*, *Psammocryptus minutus* Tausch., *Tentyria gigas* Fald., *Pimelia cephalotes*, *Blaps seriata* Men., *Dissonomus longulus* A.Bog.&Kryzh. Доминирует *Zophosis punctata nitida*, встречающийся во всех растительных сообществах. Субдоминантами являются *Psammocryptus minutus*, *Tentyria gigas*, *Blaps seriata*.

В саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме в сезон разгара весны обнаружены 6 видов детритофагов: *Diaphanidus* sp., *Tentyria gigas*, *Cyphogenia aurita* Pall., *Trigonoscelis*

echinata, *Caedixis arenicola* Ledeb., *Adavius fimbriatus*; доминирует *Trigonoscelis echinata*, субдоминант – *Caedixis arenicola*.

В описываемый сезон в обеих экосистемах появляются зоофаги; в биюргуново-серопольной экосистеме – 3 вида: *Cicindela schrenki* Gebl., *Scarites salinus* Dej., *Adonia variegata* Gz.; в саксаулово-тамариксово-эфедровой – 1 вид, *Philothis arnoldii* Kryzh, встречающийся под тамариксами в количестве 5 – 10 экз. на куст или куртину.

3. В начале лета обилие и видовое разнообразие фитофагов несколько возрастает: активны 16 видов против 13 в предыдущем сезоне в биюргуново-серопольной экосистеме и 7 против 2 – в саксаулово-тамариксово-эфедровой. Но максимум как видового разнообразия, так и численности этой группы жесткокрылых отмечается в основном в начале сезона (2–3 декады мая, и только в 1973 г. также в 1-ю декаду июня). Примерно с середины сезона численность фитофагов постепенно падает.

В саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме отмечены 5 фитофагов (Curculionidae: *Megamecus variegatus* Gebl., *Conorrinchus nigrivittus* Pall., *Stephanophorus verrucosus* Gebl., *S. lagopus* Fahrs, *Ulobaris loricata* Boh.; Vuprestidae: *Julodis variolaris*; Coccinellidae: *Bulaea lichatschovi*. Доминируют два последних вида; *B. lichatschovi* с лебеды песков морского побережья переходит на саксаул в закрепленных песках.

На древнеаральской террасе отмечены 16 фитофагов, питающихся зелеными частями растений: *Daptus pictus* Fisch.-W., *Acinopus striolatus*, *Dichirotrichus ustulatus* Dej, *Julodis variolaris*, *Sphenoptera lateralis*, *Phalacris grossus* Er., *Olibrus bicolor* F., *Bulaea lichatschovi*, *Mylabris audoum*, *Clytra atraphaxidis* Pall., *Chloropterus versicolor*, *Phacephorus cylindricus*, *Solbachia* sp., *Corigetis* sp., *Stephanophorus lagopus*, *Metadonus anceps*. В 1973 г. отмечалась вспышка численности *Solbachia* sp. (до 60–75 особей на куст черного саксаула), в 1974 и 1976 гг. – единичного. Детритофаги в начале лета представлены в биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом 12 видами, а в саксаулово-тамариксово-эфедровой – 10, при обилии детритофагов в первой экосистеме почти вдвое выше, чем во второй. На древнеаральской террасе представлены следующие виды детритофагов: *Onthophagus vitulus*, *Anthicus* sp., *Zophosis punctata nitida*, *Colposcelis longicollis* Zoubk., *Psammocryptus minutus*, *Tentiria gigas*, *Pimelia cephalotes*, *Podhomala seriata* Fisch.-W., *Blaps seriata*, *Dissonomus longulus*, *Crypticus zuberi* Mars. Доминируют *Zophosis punctata nitida* и *Colposcelis longicollis*, встречающиеся почти повсеместно. В 1973–74 гг. в первую декаду июня в массе отмечали в серопольнике с саксаулом *Anthicus* sp., в 1975–76 гг. их численность была ниже.

В саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме 10 видов детритофагов присущи саксаульнику эфедровому, более зрелому сообществу на уплотненных закрепленных песках, и лишь 5 видов – тамариксово-эфедрово-прибрежницевому: *Diaphanidus ferrugineus* F.-W., *Psammocryptus minutus*, *Microdera gracilis* Ersh., *Tentiria gigas*, *Trigonoscelis echinata*, *Scleropatrum seidlitsi* Rott., *Caedixis arenicola*, *Adavius fimbriatus*, *Crypticus latiusculus*. Доминируют *Microdera gracilis*, *Caedixis arenicola*. Субдоминантом является *Adavius fimbriatus*, который в предыдущий сезон характерен для тамариксника эфедрово-прибрежницевого, а в сезон начала лета почти полностью переходит в закрепленные пески.

В данный сезон отмечены 5 видов зоофагов: 1 (*Philothis arnoldii* Kryzh.) в саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме и четыре в биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом (*Cicindela schrenki*, *Scarites salinus*, *Pogonistes rufoaeneus*, *Physetops tataricus*).

4. К началу разгара лета снижается обилие и видовое разнообразие фитофагов. В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом отмечены 12 видов (из них 6 долгоносиков): *Amara tescicola* Zimm., *Acinopus striolatus*, *Sphenoptera rauda* Jak., *S. semenovi* Jak., *Paracylindromorphus subuliformis* Mannh., *Bulaea lichatschovi*, *Deracanthus inderiensis* Pall., *Conorrrynchus schrenki* Gebl., *Stephanophorus lagopus*, *Bothynoderes limbatus*, *Icaris sparganii* Gyll, *Metadonus anceps*.

В саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме из 8 отмеченных видов 5 – долгоносики, появляющиеся в основном в конце сезона: *Diaphanidus volganus*, *Microdera gracilis*, *Trigonoscelis echinata*, *Caedixis arenicola*, *Adavius fimbriatus*, *Crypticus latiusculus*;

доминируют *M. gracilis* и *C. Arenicola*. *Adavius fimbriatus* в данном сезоне вновь переходит в тамариксник эфедрово-прибрежноцевый.

На плотных почвах отмечены 8 видов детритофагов: *Zophosis punctata nitida*, *Colpascelis longicollis*, *Tentiria gigas*, *Cyphogenia aurita*, *C. gibba* Fisch.-W., *Podhomala* sp., *Anemia dentypes* Ball., *Belopus csikii* Rtt. Доминируют *Zophosis punctata nitida*, *Colpascelis longicollis*, *Cyphogenia aurita*.

Из зоофагов в данный сезон в саксаулово-тамариково-эфедровой экосистеме единично встречается *Xenonychus aralocaspius* Kryzh. и *Philothis arnoldii* Kryzh. В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом отмечены 5 зоофагов: *Agatus flavipes* Sols., *Cymindis picta* Pall., *Adonia variegata*, *Coccinella septempunctata* L., *C. undecimpunctata* L.; выделение доминантов затруднительно.

5. Вторая половина лета. В данный сезон незначительно возрастает обилие и значительно изменяется видовой состав фитофагов в биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом, тогда как в саксаулово-тамариково-эфедровой экосистеме изменения по сравнению с предыдущим сезоном незначительны. В исследованных сообществах отмечены 18 фитофагов, из них 11 – на древнеаральской террасе и 7 – в песках новоаральской террасы. К долгоносикам относится 5 из 7 видов фитофагов саксаулово-тамариково-эфедровой экосистемы, в которой представлены *Sphenoptera punctatissima* Rtt., *Ischironota conicicollis* Wse., *Megamecus variegatus*, *Conorrinchus schrenki*, *Temnorhinus kirgisticus* Chev., *Lepidonotaris petax* Sahlb., *Arthrostenus fullo* Stev. Встречаемость их незначительна, выделить доминирующие виды затруднительно.

В биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом представлены следующие фитофаги: *Lasiostola carinata*, *Theone silphoides*, *Schelopus planiformis* Fahrs., *Deracanthus inderiensis*, *Conorrinchus nigrovittus* Pall., *C. schrenki*, *Temnorhinus elongatus* Gebl., *Stephanophorus lagopus*, *S. verrucosus*, *Cyphocleonus cenchrus* Pall., *Macrotarrhus bartelsi*. Доминирует во всей экосистеме, можно считать *Conorrinchus schrenki*, в серопольниках – *Theone silphoides*: мигрирующие группы его имаго и личинок плотностью до 100 особей на 1 м² сплошь дефолируют полынь на своем пути. Во второй половине лета выходит из летней диапаузы *Lasiostola carinata*, единично отмечаемый в серопольнике с саксаулом. До 4 видов снижается число детритофагов в биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом (*Zophosis punctata nitida*, *Cyphogenia aurita*, *Blaps seriata*, *Belopus csikii*).

В саксаулово-тамариковой экосистеме обнаружены 7 детритофагов: *Diaphanidus ferugineus*, *Microdera gracilis*, *Cyphogenia aurita*, *Tentiria gigas*, *Trigonoscelis echinata*, *Caediexis arenicola*, *Adavius fimbriatus*. Доминирует *Caediexis arenicola*, субдоминант *Adavius fimbriatus*. Предположительно *Cyphogenia aurita* и *Tentiria gigas* переходят в пески в конце лета, оставаясь там на зимовку. Зоофаги обнаружены только в саксаулово-тамариково-эфедровой экосистеме (*Scarites salinus*, *Broscus semistriatus* Dej.).

Итоговые данные приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Видовое разнообразие в трофических группах жесткокрылых по сезонам

Сезон	Фитофаги	Детритофаги	Зоофаги	Фитофаги	Детритофаги	Зоофаги
Ранняя весна	2	3	0	0	4	0
Разгар весны	13	9	3	2	6	1
Начало лета	16	12	4	7	10	1
Знойное лето	12	8	5	8	6	2
2-я половина лета	11	4	0	7	7	2

Примечание. Экосистема биюргуново-серопольная саксаулово-тамариково-эфедровая, трофические группы жесткокрылых, число видов.

Жесткокрылые, питающиеся растительными и животными остатками, появляясь в начале весны, имеют в обеих экосистемах минимальное обилие и разнообразие видов в песках и на глинистой равнине. В разгар весны увеличивается их обилие и разнообразие (9 видов в биюргуново-серопольной экосистеме с саксаулом, 6 видов – в саксаулово-тамариксово-эфедровой экосистеме), достигая максимума в начале лета 12 – на равнине и 10 – в песках. Это может объясняться отмиранием коротковетвистых растений (*Eremopyrum* sp., *Ceratocephalus* sp., *Poa bulbosa*, *Stipa lessingiana* и др.). В разгар лета их обилие и видовое разнообразие заметно снижается, к началу второй половины лета жесткокрылых этой трофической группы остается 4 вида на равнине и 7 видов в песках; в обоих случаях детритофаги представлены чернотелками.

Фитофаги появляются в сезон ранней весны. По обилию и видовому разнообразию это – самая незначительная группа в большинстве сообществ (что можно объяснить как малым развитием зеленых частей растений в данный сезон, так и недостаточной репрезентативностью учетов). С развитием растительности и увеличением биомассы ассимилирующих частей растений увеличивается обилие и разнообразие фитофагов. В сезон разгара весны отмечены 13 видов фитофагов на равнине и всего 2 – в песках. В пырейном и чистом серопольниках и биюргунниках в этот сезон достигается максимум обилия и разнообразия этой трофической группы, тогда как в серопольнике с саксаулом наибольшее обилие и разнообразие достигаются в начале лета. Это можно объяснить тем, что в кроне саксаула снижена скорость ветра, температура и увеличена влажность (Извозчиков, 1979), благодаря чему она служит хорошим убежищем для многих видов жесткокрылых, в том числе фитофагов. В разгар лета обилие и разнообразие фитофагов заметно снижается в большинстве сообществ, что совпадает с полным усыханием эфемеров и приостановкой вегетации эфемероидов.

Начиная с данного сезона, наибольшую роль в составе фитофагов играют долгоносики, в предыдущие сезоны представленные небольшим числом видов, что, очевидно, связано с их жизненным циклом. К концу описываемого сезона несколько увеличивается обилие и видовое разнообразие фитофагов в биюргуннике серопольном и саксаульнике эфедровом.

Во второй половине лета, при вторичной вегетации многолетников и некоторых озимых злаков, численность и видовое разнообразие фитофагов незначительно увеличивается. Фитофаги в данный сезон представлены преимущественно долгоносиками, доминирующими в фауне жесткокрылых о. Барсакельмес в целом.

Таблица 2.10

Сезонная активность имаго чешуекрылых на о. Барсакельмес

Систематические группы	Число/процент видов, общее и по месяцам				
	N	V	VI	VII	VIII
Protoheterocera	21/100	5/24	15/72	8/38	10/48
Pyraloidea	44/100	11/25	26/59	18/41	26/59
Rhopalocera	5/100	3/60	5/100	4/80	1/20
Metachetocera	37/100	12/32	16/43	14/38	28/76
LEPIDOPTERA	107/100	31/29	62/58	44/41	65/60

Условные обозначения: N – общее число отмеченных видов; V – VIII – месяцы (май – август).

Сезонная динамика фитофагов значительно отличается от таковой детритофагов. Фитофаги представлены гораздо большим числом видов (40 видов из 8 семейств), но гораздо меньшим числом особей, что в целом характерно для северных пустынных группировок.

Для сезонной динамики имаго чешуекрылых (Lepidoptera) характерна двувёршинная кривая сезонной активности (Пирюлин, 1978), в разной степени выраженная для различных таксонов. Минимум в середине лета связан как с экстремальными погодными факторами, так и со сменой поколений бивольтинных видов, и выявляется не только в пустынной зоне. На

Барсакельмесе и в северном Приаралье летнее снижение числа имаго активных видов отчётливо заметно (табл. 2.10). *Rhopalosiepa*, активные на острове преимущественно в первую половину лета, на материке имеют вторичный пик в сентябре–октябре за счёт большего разнообразия голубянок и сатирид.

Глава 3.

ФАУНА ВОДНЫХ НАСЕКОМЫХ АРАЛА И ПРИАРАЛЬЯ

3.1. Амфибионтность водных насекомых

Термин *водные насекомые* используется нами по отношению к гидробионтным стадиям жизненного цикла амфибиотических насекомых.

Проявление амфибионтности артропод:

1) смена водного образа жизни большинства амфибионтов на сухопутный в ходе онтогенеза при необратимых физиологических изменениях последующих стадий, исключая даже временное обитание в воде (в том числе при окукливании и размещении вне воды яйцекладок);

2) временное пребывание в воде сухопутных по сути эпинеистобионтов, часто зимующих на суше (*Gerridae*);

3) временное пребывание в воде сухопутных по сути имаго фитофилов, имеющих водных личинок, в связи с размножением;

4) зимовка на суше имаго ряда водных насекомых (*Nepidae*, *Dytiscidae*);

4) более или менее постоянное использование воды (зарослей гидрофитов, донных осадков) в качестве укрытия;

5) дыхание атмосферным воздухом при обитании в воде;

6) вторичная адаптация к полностью водному образу жизни при происхождении от наземных форм.

Тенденция к амфибионтности, как представляется, проявляется следующим образом:

1) способность гидробионтов к ангидробиозу в диапаузе; 2) обитание гидробионтов в основе организмов в интерстициальных водах экосистем суши; 3) обитание паразитов-гидробионтов в насыщенных водой тканях или полостях обитателей суши; 4) обитание гидробионтов в воздухоносных полостях водных организмов; 5) гидрофилия гидробионтов организмов (прибрежных и прочих); 6) использование ресурсов экосистем суши гидробионтами и ресурсов водных экосистем обитателями суши.

Крайне широкое распространение этих тенденций делает потенциальную эколого-этологическую амфибионтность свойством едва ли не всех обитателей суши и многих эуидробионтов, кроме абиссальных видов, что и превращает экотон вода/суша (вода/воздух) в важнейший путь (и барьер) эволюции и важнейший организующий элемент большинства экосистем.

Водные насекомые (точнее, вторичноводные членистоногие) составляют сложный экологический комплекс специфических амфибионтов, в рамках которого можно выделить, в соответствии с задачами конкретной работы, ряд или систему видов или экологических группировок, ранжированных по степени гидрофильности, галофильности, гигрофильности-ксерофильности и способам их реализации. При рассмотрении амфибионтов, а часто и видов, проявляющих лишь амфибиотические тенденции, в качестве только водных (или только сухопутных) организмов невозможно получить полноценную экологическую информацию.

Примером может служить оценка роли насекомых суши в питании гидробионтов. Как видно из табл. 3.1, в трофическом спектре шемаи на Арале насекомые суши (мигранты, попавшие в морскую воду) составляют более $\frac{1}{4}$ корма, водные насекомые – менее $\frac{1}{4}$, а иные водные беспозвоночные – чуть более $\frac{1}{2}$. Очевидно, что на питание ряда видов аральских рыб влияла не только численность водных беспозвоночных, но и (в значимой степени) численность насекомых суши, способных к миграции (ветровому переносу). Занос насекомых в водоемы легко увеличить во много раз и сделать постоянным за счет фотоксенов, установив осветители над рыбоводными прудами, что практикуется, например, на Кубани, но не в Приаралье.

Трофический спектр шемаи в 1931–33 гг. в Аральском море (по: Панкратова, 1935)

Таксоны	Процент в корме
Водные беспозвоночные, кроме насекомых	52.1
Gammaridae	29.6
Copepoda	18.2
Cladocera	3.8
Rotatoria	0.5
Водные позвоночные (Gasterosteidae)	3.8
Водные насекомые в целом	24.6
Odonata larvae	1.6
Ephemeroptera l.	0.5
Coleoptera 5.5	
Trichoptera l.	11.5
Chironomidae l.	5.5
Насекомые суши в целом	29.3
Orthoptera	13.4
Coleoptera	9.9
Lepidoptera	6.0

3.2. Водные насекомые Аральского моря и водоемов Приаралья

Малая исходная соленость Арала и его генезис из первично опресненного стокового водоема двух крупнейших транзитных рек Средней Азии предполагает наличие в нем достаточно представительной энтомофауны, что отражено в ранних гидробиологических работах (Бенинг, 1935; Деньгина, 1959 и др.), однако даже в итоговом атласе-определителе фауны Арала (Атлас..., 1974) представлены не все группы водных насекомых. Специальных энтомофаунистических исследований практически не проводили, насекомых исследовали как элемент бентоса, обеспечивающего трофическую базу промысловых рыб. Даже при отсутствии исчерпывающих сводок редукция водной энтомофауны при регрессии Арала очевидна: исчезли личинки стрекоз, водных жуков, водные личинки большинства двукрылых, формировавших в Арале устойчивые популяции. Отмечающиеся до сих пор по берегам Арала имаго амфибионтных насекомых развиваются преимущественно вне Арала, во временных водоемах, и уже не образуют в море постоянных популяций, несмотря на их миграции и постоянный вынос реками.

Фауна водных насекомых Арала несамостоятельна и представлена преимущественно галофильными и привнесенными галотолерантными видами широкой экологической амплитуды и широкого распространения (табл. 3.2 и 3.3). Зональность вторичноводной фауны выражена значительно слабее, чем фауны суши; эндемизм ее минимален, на что, в частности, указывает минимальное наличие эндемиков среди стрекоз региона (Белышев и др., 1989). Литературные данные и основные материалы автора по водным насекомым и некоторым водоемам Приаралья суммированы и частично проанализированы в имеющемся обзоре (Пирюлин, 1995а).

Р.С. Деньгина (1954) на примере фауны Муынакского залива выделяла два комплекса гидробионтов Арала: угнетенный пресноводный, поддерживающийся в стадии становления за счет речного дрефта, и доминирующий солоноватоводный (морской). Насекомых, кроме личинок некоторых хирономид, она относил к первому. В настоящее время пресноводный комплекс в Арале рудиментарен, а солоноватоводный угнетен в результате деструкции экосистем Арала, прежде всего на прибрежных участках, ранее имевших водную и полуводную растительность.

С учетом фауны амфибионтов постоянных и сезонных водоемов Приаралья и изменения фауны в ходе регрессии Арала, нами выделены четыре основных и два промежуточных комплекса (табл. 3.2).

Исторические изменения в составе и распространении вторичноводной фауны Арала ясны лишь в общих чертах. Исходно пресноводная фауна Пра-Арала постепенно заменялась солоноватоводной, некоторое время существовала как таковая, однако геологическая молодость и динамичность Арала (даже за историческое время неоднократно менявшего свой уровень и соленость) не способствовали формированию в нем специфичной фауны водных насекомых. При опреснении Арал колонизировали пресноводные виды из Сырдарьи и Амударьи. При осолонении их замещали солоноватоводные виды, распространенные в сезонных водоемах, не зависящих от Арала и представляющих собой более древний и более стабильный (хотя и эфемерный) биотоп, чем Аральское море. Сезонные водоемы неизбежно формируются на водоупорах в пустынях, тогда как появление в Туране Аральского моря, скорее, случайно, чем закономерно.

Таблица 3.2

Комплексы водных артропод и других гидробионтов Приаралья

По Р.С. Деньгиной (1959)	Пресноводный комплекс		Солоноводный комплекс			
	преимущественно или частично пресноводного происхождения		морской			
Категории и иерархия комплексов гидробионтов	пресных водоемов локального засоления		сезонно-стоковых водоемов		озерно-морских бессточных водоемов	
	пресноводный	олигогалотолерантный	олигогалинный	эвригалинный	гипергалинный	эугалинный (морской s.str)
Соленость, г/л	0-2(3)	(>3->15)	4-15(20)	(5)-(50)	>40	25-35
Эугидробионты	<i>Lymnea</i> , <i>Polynema bergi</i>	Anodontinae, <i>Anargus</i>	<i>Branchipus</i>		<i>Artemia salina</i>	<i>Cerastoderma</i> , <i>Pontopalaemon</i>
Вторичноводные s. str.	<i>Ilicoris</i> , <i>Notonecta</i>	<i>Argyroneta</i>	<i>Sigara</i> spp.			
Вторичноводные с зимовкой на суше	<i>Ranatra</i> , <i>Nepa</i>	<i>Cybister</i>	<i>Berosus spinosus</i>		L Chironomidae	Chironomidae (имаго афаги)
Амфибионты: заходящие в воду	Staphylinidae					
вторичноводные (апнейстобионты)	L <i>Chironomus</i> L <i>Calopteryx</i> sp.	Libellulidae и др. Odonata	L <i>Oecetis</i> L <i>Ischnura</i>			
полуводные (пнейстобионты)	L <i>Culicidae</i>	L <i>Tabanidae</i>	L <i>Eristalis</i>	L <i>Ephydra</i>		
нейстобионты	Gyrinidae	Gerridae				
фитобионты	<i>Donacia</i> spp.					
интерстициалы				<i>Ochthebius</i>		

Примечание. В таблице представлены лишь основные представители выделенных комплексов беспозвоночных гидробионтов, полный состав их в большинстве случаев не выявлен. L – личинки.

Из сезонных водоемов лишь интразональные стоковые водоемы имеют относительно постоянные и полночленные сообщества амфибионтов; стоковым, но интерзональным водоемом является и Аральское море, закономерно имевшее в периоды стабилизации аналогичную фауну, не являющуюся собственно морской. В Арале присутствовали

представители всех трех приаральских (в основе своей северотуранских) комплексов амфибионтов и одна сборная условно морская группировка гидробионтов, преимущественно состоящая из дальних вселенцев, нами подробно не рассматриваемая. Четыре комплекса водных организмов Арала [привносная речная пресноводная фауна на опресненных участках акватории; аридная олигогалофильная фауна, включающая адаптированные к пересыханию виды сезонных водоемов; галофильная условно морская фауна и гипергалинная култужная, эволюционно связанная с пресноводной (обе с минимальным участием насекомых)] в истории Арала альтернативно и обратимо доминировали. Только условно морская фауна (представленная немногими видами аннелид, высших ракообразных, моллюсков, мшанок: Атлас..., 1974) не могла восстановиться за счет иммиграции из других водоемов Приаралья. За счет временных водоемов и транзитных рек возможно быстрое заселение Арала насекомыми при его опреснении. Данные 1990–2000-х гг., представленные ниже, показывают, что локально это имеет место на Малом море.

Имеющиеся материалы позволяют в первом приближении охарактеризовать поэтапное изменение энтомофауны Арала после 1975 г. В 1975 г. и ранее в море у о. Барсакельмес регулярно встречались два крупных вида плавунцов, отмеченных в Арале, но не их личинки, которые единично встречались у берегов острова до начала 1970-х гг. (личное сообщение Н.Б. Кабановой) за счет выноса из Сырдарьи и длительного сохранения жизнеспособности при малой в то время солености. По северному (но не южному!) берегу Барсакельмеса можно было встретить также *Bufo viridis* (до 1975–1976 г.) и *Natrix tessellata* (до 1973 г., устное сообщение и фотография Н.Н. Романовой, РГПУ); у Сырдарьи на осушке Арала *N. tessellata* отмечен в 1990-х гг.; *B. viridis* обычны под береговыми чинками северного Приаралья и представлены исключительно крупными экземплярами (субсенильная популяция, имеющая в настоящее время минимальные возможности для размножения). Выносы Сырдарьи в начале 1990-х гг. еще достигали о. Барсакельмес: в 1992–93 гг. в низовьях Сырдарьи отмечался массовый вынос прудовиков *Lymnea stagnalis* (Gastropoda), а на северном берегу острова в 1992 г. единично отмечены их свежие раковины. Однако соленость Арала с 1990-х гг. не позволяет выживать в нем даже наиболее галотолерантным речным видам. Большинство видов водных насекомых исчезло из Арала и сократило свою численность до минимума в северном Приаралье, лишенном озер и рек, сохраняясь, вероятно, лишь в сезонных рефугиумах, но в большинстве своем представленных мигрирующими имаго.

В начале 1980-х гг. в воде у берега и в отчленяющихся лужах встречались в значительном количестве гидрофилиды *Paracymus aeneus* Thoms.; у берега обычны были имаго ручейников *Oecetis intima*, в 1990-х гг. встречавшиеся единично. Это были последние представители вторичноводной фауны в Арале. Уже в 1992 г. на Барсакельмесе попавшие в морскую воду мигрирующие имаго водных жуков (Dytiscidae, Hydrophylidae) стремились выбраться на берег, где обсыхали десятками на засоленном грунте прибойной полосы. Стандартные гидробиологические методы сбора не выявляли водных насекомых в макробентосе Арала в 1990–93 гг. (Филиппов, 1994а, б), тогда как до 1950–60-х гг. они были обычной его составляющей. Локальное наличие на опресненных прибрежных участках Арала у Сырдарьи в середине 1990-х единичных имаго галофильных водных мелких Hydrophylidae, вероятнее всего, было повторным и временным их вселением в Арал в связи с повышением стока Сырдарьи в почти полностью обособленное Малое море. Осолонение Большого Арала до 70–90 г/л в 2000-х гг. окончательно депрессировало в нем фауну водных насекомых, как и морскую фауну. Мнение А.А. Филиппова (1994а, б), что бентофауна Арала будет представлена галофильными беспозвоночными пресноводного происхождения, преимущественно личинками Diptera, противоречит реальной ситуации: Большой Арал в 2002 г. уже стал гипергалинным инфузорно-артемийным водоемом.

Лишь в минимальной мере виды сообществ бентоса могут быть замещены вторичноводными видами насекомых в силу неполной адаптации последних к водному образу жизни и ограниченного круга экониш, ими занимаемых. Вторичноводные

членистоногие, а тем более весьма ограниченный спектр их галофильных видов, не смогут образовать полноценных сообществ, хотя и могут внести свой вклад в деструкцию органики (преимущественно на мелководье у прибойной полосы). Их группировки ближе к коннексам, формирующимся на богатых детритом осадках, чем к собственно биоценозам.

Несколько иная ситуация временно складывается на Малом Арале при его стабилизации за счет обособления от Большого Арала и переориентирования в Малый Арал основного стока Сырдарьи и параллельном опреснении мелководий и лагунных водоемов подземным подчинковым стоком и стоком из песчаных массивов. В 2003 г. у берега зал. Шевченко при солености до 10 г/л единично наблюдался мигрант *Cybister lateralimarginalis*, хотя основная фауна водных насекомых была сосредоточена в лагунных водоемах, опресненных до 5–7 г/л (кроме Ephydriidae, отмеченных также в полуотчлененных заливчиках у берега).

Вторичноводные насекомые достаточно хорошо иллюстрируют все этапы жизни Арала, но отсутствие обширных базовых и мониторинговых материалов ограничивает возможность их использования как индикаторов процесса. Состав основных энтомокомплексов Приаралья приведен в табл. 3.3.

Рассматривая фауну вторичноводных членистоногих Аральского моря, необходимо иметь в виду специфику ее формирования.

1. Отчленяющиеся заливы Арала представляют собой водоемы со специфическим режимом, и их фауна неизбежно должна отличаться от таковой открытого моря.

2. Впадающие в Арал реки выносят в море практически всю пресноводную фауну, галотолерантные элементы которой некоторое время существуют в пределах опресненной акватории, а имаго широко мигрируют по Приаралью.

3. Арал является геологически молодым водоемом, изначально более пресным и неоднократно менявшим соленостный режим; при этом практически невозможно говорить о его автохтонной энтомофауне: можно лишь попытаться определить специфику приаральских популяций отдельных видов.

4. Фауна сезонных стоковых водоемов Приаралья представляется более стабильной (и характерной для северного Приаралья), чем сборная фауна Арала, менявшая свой состав в зависимости от режима питания моря, тогда как временные водоемы поверхностного стока не зависят от уровня Арала и в целом имеют более древнее происхождение. В олигогалинном Арале практически вся фауна сезонных водоемов расселилась также и на его мелководьях.

5. Перекрестные миграции водных насекомых всех водоемов Приаралья обычны и не приводят к нивелировке различия фаун разных типов водоемов вследствие экологической дифференцировки видов.

6. Современное природопользование меняет характер и распространение всех водоемов Приаралья, и наиболее интересные с фаунистической точки зрения сезонные водоемы типа запруд (бугуты) в последние десятилетия сооружаются редко, а их природные аналоги изначально редки.

7. Возможность автогенного распреснения изолированных остаточных морских водоемов за счет подземного стока с чинков и песчаных массивов может привести к формированию олигогалинных водоемов, вплоть до практически пресноводных тростниковых болот, на постаквальной суше, уже возникавших во время средневековой регрессии Арала и затем поглощенных Аралом.

**Водные насекомые временных и донорных водоемов Приаралья
и их представленность в Аральском море**

Виды и высшие таксоны	Буг.	Сыр.	Арал	Лаг.	Скв.
Ephemeroptera	–	+	(Им)	–	Им
Odonata					
Coenagrionidae	LI	LI	[LI]м	–	(I)
Libellulidae	LI	LI	I	–	(LI)
Aeshnidae (<i>Aeschna</i> spp.)	LI)	LI	Им	–	(LI)
Heteroptera					
<i>Ilyocoris cimicoides</i> L.	–	+	(м)	–	I
<i>Ranatra</i>	–	+	–	–	–?
<i>Nepa cinerea</i>	–	+	–	–	(м)
<i>Notonecta</i> spp.	Им)	IL	–	–	(м)
<i>Plea leachi</i>	IL	IL	–	–	–?
Corixidae					
<i>Corixa</i> sp.	(IL)	IL	Им	–	IL
<i>Sigara</i> sp.	IL	IL	Им	–	+
Gerridae	Им*	I	–	–	–?
Coleoptera					
Dytiscidae					
<i>Noterus clavicornis</i>	I	–	Им	–	–?
<i>Coelambus parallelogrammus</i> Ahr.	I	–	Им	–	–
<i>C. caspius</i> Wehncke	I	–	Им	–	–
<i>C. flaviventris</i> Motsch.	I	–	Им	–	–
<i>C. enneagrammus</i> Ahr.	I	–	Им	–	–
<i>Rhantus pulverosus</i> Motsch.	I	–	Им	–	–
<i>Colymbetus fuscus</i> L.	I	–	Им	–	–
<i>Graphoderus austriacus</i> Sturm.	I	–	Им	–	–
<i>Dytiscus circumflexus</i> Fabr.	I	I	Им	–	–
<i>Cybister lateralimarginatus</i> Deg.	IL	I	Им(LM)	Им	Им
Hydrophilidae					
<i>Ochthebius pusillus</i> Steph.	I	–	–	–	I
<i>O. marinus</i> Pk.	I	–	–	–	I
<i>Berosus spinosus</i> Steph.	I	I	–	–	–
<i>B. signaticollis</i> Charp.	I	I	–	I	–
<i>Limnoxenus niger</i> Zschach.	I	I	Им	I	–
<i>Hydrophilus flavipes</i> Stev.	I	–	–	–	–
<i>Paracymus aeneus</i> Thoms.	I	–	–	–	–
Gyrinidae	I*	I	–	–	–
Trichoptera					
<i>Agrypnetes crassicornis</i> McL.	–	I	I[L]	–	–
<i>Oecetis intima</i> McL.	I(L)	I	I[L]	–	–
Diptera					
Chironomidae	LI	+	IL	–	LI
Ephydriidae	IL	(I)	I(L)	IL	IL
Syrphidaea	I	I	I	IL	IL

Примечание. Буг. – бугуты северного Приаралья, Сыр. – устье Сырдарьи в пределах осушки Арала, Арал – Аральское море; лаг. – лагунные водоемы, скв. – скважинные водоемы. I – имаго, L – личинки; м – иммигранты (в том числе быстро погибающие). * Отмечены только при многолетнем заполнении бугутов. В круглых скобках – редко или эпизодически встречающиеся таксоны; в квадратных – отмечавшиеся до 1950-х (1970-х) гг. Автор воздерживается от подробного рассмотрения хирономид, им не исследовавшихся, но в прошлом составлявших основу энтомофауны Арала.

3.2.1. Галофильность и галотолерантность насекомых Арала и Приаралья

В литературе приведены лишь немногие данные по галофильным насекомым Арала, некоторые из которых представлены в табл. 3.4. Можно констатировать наличие в Арале до его регрессии ряда галофильных видов разного уровня галотолерантности, детально не исследованного.

Таблица 3.4

Распределение по солености некоторых водных насекомых Аральского моря

I <i>Hydroporus goldschmidti</i> Gschwend.			L Odonata (1951)		L Heleidae			
S, г/л	N, экз./м ²	M, г/м ²	N экз/м ²	M г/м ²	N, экз./м ²		M, г/м ²	
					med	max	med	max
<12	–	–	20	1.2	103	500	0.06	0.2
12-16	–	–	30	1.6	154	580	0.08	0.23
16-20	90	0.8	20	5.8	552	2360	0.25	1.14
20-24	20	0.18						
24-28	20	0.18						
28-32	20	0.18						
32-36	80	0.56						
36-40	100	1.5						

Примечание. N – встречаемость, M – плотность; med. – средний, max – максимальный показатель. I – имаго, L – личинки (по: Деньгина, 1959).

Для большинства амфибионтных вторичноводных насекомых требуют коррекции (основанной на соответствующих исследованиях), по крайней мере, многие выводы относительно галофильности, галотолерантности и галорезистентности, разработанные преимущественно на эугидробионтах. Можно отметить два основных изолирующих фактора, которые мешают считать полностью физиологически водными организмами даже обитающие в воде стадии развития вторичноводных насекомых: 1) сохранение гидрофобного поверхностного слоя покровов, типичного для наземных артропод; 2) сохранение воздушного дыхания и развитие систем трихоидных структур разной сложности (вплоть до пластронов, устойчивых к давлению до 4 атмосфер), несущих газовую (атмосферную) прослойку, частично изолирующую большинство водных имаго от непосредственного контакта с водой и функционирующую как водное легкое при снижении парциального давления кислорода в трахеях (Александр, 1970).

Возможность выживания личинок насекомых в растворах многих ядовитых веществ известна давно (Кузнецов, 1953; Шовен, 1953) и связывается с мощной кутикулярной защитой. Личинки *Holophilus* sp. (Diptera) выживают в насыщенном растворе сулемы до 20 ч, в абсолютном этаноле – 2.5 ч, в 1% осмиевой кислоте – 4 ч; личинки *Calliphora* sp. выживают в сулеме (5:1000) и феноле (3:100) 5 ч, в 95% этаноле 2.5 ч, в серном эфире – 10 мин, в ледяной уксусной кислоте – 3 мин. Известен случай развития многовидового сообщества двукрылых в хранившейся в формалине коллекции животных (Нарчук, Кривоухатский, 1996).

Устойчивость водных насекомых к гипергалинным условиям остаётся малоизученной. С целью получить хотя бы приближенные данные по галоустойчивости некоторых аральских водных насекомых осенью 1994 г. в г. Аральске проведен эксперимент по кратковременному выживанию насекомых в условиях повышающейся в результате испарения солености. Объекты размещали в рабочем помещении в открытых белых ванночках из инертного пластика с объемом воды 30–70 мл; по мере испарения воды объем уменьшался при соответствующем увеличении солености. В одной ванночке размещали один или несколько мелких (разных или одинаковых) объектов. Объектами служили имаго (I) или личинки (L) насекомых: 1 – I *Paracymus aeneus* Thoms., 2 – I G.sp. (Hydrophylidae), 3 – I *Ochthebius* sp. (Hydraenidae), 4 – L *Ephydra* sp. (Diptera), 5 – I *Sigara* sp. (Corixidae), 6 – I *Coelambus* spp. (*C. flaviventris* Motsch. и *C. enneagrammus* Ahr.; Dytiscidae), 7 – мелкие

псаммофильные L Chironominae (см. графу «объекты»). Основные результаты приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Выживание некоторых галофильных насекомых при повышении солености

Водоем	Малый Арал						Скважинный водоем, порт г. Аральска							
Дата сбора	29.09.94.						01.10.1994		02.10.1994					
S, г/л	28–29						34		42.5					
Ванночка	1		2				5		6**		7			
Объекты	1		1	2		3	4		5		6		5	7
Экз.	12		1	1		1	10		10		10		6	20
Дни	S	A	S	A	A	A	S	A	S	A	A	S	A	A
1	34	+/-	34	+/-	+	+	34	+	28	+	+	43	г1	+
2	–	–	–	–	–	–	–	+	34	+	+	55	г4	+/г
3	–	–	–	–	–	–	66	г6	43	+	+	64	г6	+/г
4	44	+/- в	60	+/-	+	+	180* ¹	(д)	60	г6	+	86		г>90%
5	52	+/- в	74	+/-	м	+	80		80	г9	+			
6	67	+/- вг	146	д		+								
7	93	г11 д												

Примечание. S – соленость, г/л; прочерк – отсутствие данных; A – активность: + – нормальная, +/- – сниженная, д – минимальная (особи депрессированы), в – стремление к выползанию на влажную поверхность вне воды, м – выход (вылет) из ванночки; г – гибель особей (цифра – число или % погибших особей от начала эксперимента). * Створ залива Большой Чеганак, Малое море. ** В морской воде с исходной соленостью 28 г/л. Объекты указаны выше в тексте под соответствующими номерами.

В эксперименте многие насекомые выживали в течение 1–2 суток соленость более 50, иногда более 100 г/л. Весьма устойчивы к повышению солености имаго Hydrophyllidae и Hydraenidae, наименее контактирующие с водой за счет воздушного слоя окружающего значительную часть их тела. Очень устойчивыми оказались *Coelambus* spp. (Dytiscidae), которые при перевозке оказались также наиболее устойчивы к гипоксии (другие виды погибли); у этих плавунцов можно предполагать устойчивость к солености на физиологическом, а не на физическом, как у Hydrophyllidae и Hydraenidae, уровне.

Эксперимент, а также непосредственные наблюдения в скважинном водоеме показали, что водные жуки способны некоторое время жить при солености даже более высокой, чем в современном Арале. Реальные факты, однако, показывают их наличие в Арале только при осолонении до 25–30 г/л; при более высокой солености они активно мигрируют из Арала, если даже попадают в море при миграциях, что подтверждается также отсутствием их в пробах бентоса. В скважинном водоеме при 30–40 г/л фауна водных насекомых достаточно богата, тогда как в море уже при 25 г/л лишь иногда отмечаются их отдельные виды.

Одно из возможных объяснений этого противоречия состоит в следующем. Аральское море не имеет в настоящее время развитой водной и околосредовой растительности у берега, в биотопах, потенциально пригодных для водных насекомых. Лишь в местах затопления осушки при недавнем повышении уровня Малого моря водоросли развиваются на затопленных прошлогодних маревых и ближайших к воде бордюрных тамариксах, что делает этот новый для Арала биотоп реально пригодным для водных насекомых (при достаточном распреснении). Водные и затопленные растения обеспечивают этих насекомых укрытиями и облегчают погружение под воду лазающих Hydrophyllidae. Именно в таких биотопах и найдены в современном Арале водные насекомые. Биотопы эти нестабильны вследствие сезонных и связанных с хозяйственной деятельностью колебаний уровня Арала, и не случайно водные насекомые встречаются в Арале лишь спорадически и локально.

3.2.2. Фауна остаточных водоемов Аральского моря

Заливы северной части Арала сохраняют связь с морем, и их энтомофауна представлена очень редкими дальними мигрантами (отмечен плавунец *Cybister lateralimarginalis*), галофильными водолюбами и единичными личинками хирономид. Образующиеся у прибойной полосы лагунные водоемы имеют специфический характер, являясь морскими по изначальному происхождению, но не по фауне и (в большинстве случаев) даже не по характеру питания; они охарактеризованы нами как фильтрационно-стоковые водоемы прибойной полосы.

Судя по субфоссилиям времени средневековой регрессии Арала (раковины заведомо пресноводных *Lymnea stagnalis* и (в лучшем случае) олигогалинных Anodontinae в зарослях *Phragmites australis* на отметке около +30 м), залив Тще-Бас после отчленения от Арала может опресняться (при прогрессирующем засолении Арала) за счет подчинкового стока, усиленного близостью песчаных массивов Больших Барсуков, накапливающих атмосферную влагу (см. главу I).

3.2.3. Фауна стоковых временных водоёмов северного Приаралья

Первостепенными источниками пресноводной энтомофауны в Приаралье в целом служат транзитные реки Средней Азии, их пойменные водоемы и озера. В северном Приаралье они отсутствуют; здесь в сезонных стоковых водоемах возможно развитие лишь *олигогалиной* фауны водных насекомых при случайной иммиграции собственно пресноводных видов и их ограниченного выживания в период максимального распреснения сезонных водоемов.

В наиболее эфемерных водоемах, заполняющихся на несколько дней или недель, водные насекомые (а в большинстве случаев и другие водные членистоногие) не обнаруживаются. В олигогалинных водоемах, включая искусственные, существующих 1–2 месяца в теплое время года хотя бы в течение одного сезона, водные насекомые (мелкие Corixidae и Hydrophyllidae, личинки Diptera) обычно уже имеются. Очевидно, существует некоторый порог эфемерности водоема, обеспечивающий его заселение мигрирующими амфибионтными насекомыми, примерно равный одному феноклиматическому сезону (около месяца) в теплое время года. Чтобы подчеркнуть наличие такого порога, ниже наряду с прочими упомянуты и наиболее эфемерные водоемы северного Приаралья, лишённые макрофауны (см. также главу I). В эфемерных пресных и соленых лужах, формируемых на постакавальной суше при снеготаянии, беспозвоночные не обнаружены.

В колодцах на линзах слабосоленых (1–6 г/л) вод в песках водные артроподы нами не отмечены, хотя в южных пустынях в колодцах и в интерстициальной фауне песков отмечены не только ракообразные, но и личинки насекомых (Янковская, 1972; Панкратова, 1972).

Стоковые русла заполняются текучей водой лишь на несколько часов–дней, но по обширным логом под материковыми чинками (под чинком Алтынчокусу, в частности) близкий к капиллярному поверхностный сток может продолжаться до середины лета. Некоторые особенности таких логов сближают их с поймами, в частности, наличие луговин с соответствующей энтомофауной (включающей имаго равнокрылых стрекоз и сирфид, развитие личинок которых в углублениях логов и родниках материковых чинков не исключается).

Водные насекомые в эфемерных водоемах на конусах выноса лоцин приморских чинков Арала практически отсутствуют, кроме единичных личинок сирфид; в бордюрном зарастании, если оно тростниково-тамариковое или близкое к тугайному, обычны имаго некоторых амфибионтов. По верхнему краю чинков и по логом распадков чинка в суффозионных каналах иногда образуются временные подземные микроводоемы размером порядка 0.1 м² с минерализацией 3–4 г/л (гора Бультун на полуострове Коктырнак); беспозвоночные в них не обнаружены. На затопленных такырах никакой водной макрофауны не наблюдалось.

Развитие и состояние водоемов о. Барсакельмес

Водоемы	ПУБ	ОБ	ПК	БСО	МСО	АТ	ЮЗР	Источник*
1982	++С(1-7) ЛП	+3(2, 10)	Л-ЗП	ПП	ПП	(+, 9)	+/1/	(Пирюлин, 1982)
1981	++С 3(1-3)	+3(1-3)	+3(1-3) ЛП	ПП	ПП	(+)	+/3/	(Пирюлин, 1982)
1980	+С ЛП(8) З(12)	+ ЛП(8)	+ ЛП(8)	ПП	ПП	(+,X)	+/1/	(Пирюлин, 1982)
1979	–	+ Л-ЗП	–	ПП	ПП	–	+/1/	(Гущин, 1979)
1974	+ 3(1-3) Л(6)-ЗП	+ 3(1-3) Л(8)-ЗП	+ 3(1-3) Л(7)-ЗП	ПП	ПП	–	?	(Касаткин, 1974)
1973	+(3) Л(6)-ЗП	+(3,10) З(10)	+(3,10) ЛП(9) З(10)	ПП	ПП	?	?	(Касаткин, 1973)
1970	–	+3(1-3) ЛП(5-7) +(8-12) З(11-12)	+3(1-3) Л-ЗП(5-12)	ПП	ПП	?	?	(Бурамбаев, 1970)
1969	–	3-ЛП +(9-12)	3-ЛП +3(11-12)	ПП	ПП	(+,11)	?	(Бурамбаев, 1969)
1968	–	+3(1-2) ЛЗП(8-12)	+(3-7) Л-ЗП	ПП	ПП	(+,3-4)	?	(Бурамбаев, 1968)
1967	–	+(3-5, 10-12) ЛП(5-10)	3-ЛП +(10) ЗП	ПП	ПП	–	?	(Бурамбаев, 1967)
1966	–	+(1-7) ЛЗП(7-12)	–	+3(1-2) ПП(9)	ПП	–	?	(Бурамбаев, 1966)
1965	+3(1-3) Л-ЗП	3-ЛП +(9-12)	–	+3(1-3)	ПП	–	?	(Рашек, Бурамбаев 1965)
1964	+3(1-4)	+3(1-4) ++(3) +(4-7) Л-ЗП	+3(1-4) ++(3) +(4-8) Л-ЗП	+3(1-3)	+	(+, 3-6)	?	(Рашек., 1964)
1954	+3(1-3) ЗП	+3(1-3) ЗП	+3(1-3) ЗП	+3(1-4)	+	(+, 3-6)	+	(Скаруцкий ,1954)

Примечание. Таблица составлена по Летописи природы БКГЗ. Указаны авторы раздела «Внутренние воды» в Летописи природы БКГЗ за данный год. ПУБ – Приусадебный бугут; ОБ – Огородный бугут; ПК – Петькин куль; БСО – Большое соленое озеро; МСО – Малое соленое озеро; АТ – Аэродромный такыр; ЮЗР – родники на юго-западном чинке (в косых скобках – число активных родников); + – заполнение водоема (++ – переполнение, (+) – частичное заполнение); для ЮЗР – самоизлив; – незаполнение в течение года; С – дополнительное заполнение от самоизливающейся скважины; СП – сезонное пересыхание (ЛП – летнее, ЗП – зимнее); ПП – полное пересыхание; З – замерзание; ? – отсутствие данных. Цифрами в круглых скобках указан месяц (или месяцы), когда наблюдалось данное явление.

Динамика состояния временных водоемов проиллюстрирована приведенными ниже данными, полученными на о. Барсакельмесе в 1954–1982 гг. (табл. 3.6 и 3.7). Данные о состоянии водоемов острова в 1953 г. приводит Л.С. Шалдыбин (1958).

Бугуты, как правило, являются искусственными водоемами, однако они являются хорошими модельными стоковыми сезонными водоемами с достаточно специфичной фауной. Наиболее подробно были изучены бугуты о. Барсакельмес. В 1954 г. и ранее на о. Барсакельмес функционировали 5 бугутов, вода которых использовалась для хозяйственных нужд: Джаманский (у м. Джаман-мурун); Огородный, Алиевский и Приусадебный в центре острова, Ергалиевский (восточная часть острова у Сайгачьего двора). Плотины бугутов регулярно ремонтировались. Была попытка организации комплексного хозяйства на базе одного из бугутов на рубеже XIX–XX вв.: *"Как неизбежное следствие капиталистического строя, на острове появились эксплуататоры в лице двух баев и муллы, связанные с купцом "Петькой" из Авани (имя его сохранилось в местной топонимике: Петькин сай, Петькин куль - Д.П.), который завел рыбный промысел, куренное дело (жег уголь), скот, пробовал сеять просо, завел огороды и бахчи; в Петькин-куле пробовал разводить сазанов."* (А.А.Скаруцкий; Летопись природы БКГЗ, т.1).

В 1960–90-х гг. на острове функционировало 3 бугута: Огородный, Приусадебный и Петькин куль. Два первых бугута располагаются на сниженной равнине древнеаральской террасы, сложенной водоупорными гипсоносными глинами; Петькин куль на границе глинистой древнеаральской и песчаной новоаральской террасы; вода в нем держится более короткий срок, фильтруясь в пески, а засоление менее выражено. Питание водоемов осуществляется за счет поверхностного стока с северного склона возвышенного плато острова. Максимальный водосбор имеет Огородный бугут. Приусадебный бугут в начале 1980-х гг. более 2 лет непрерывно подпитывался водой с минерализацией 4–6 г/л из скважины, пробуренной для водопоя копытных; после прекращения самоизлива подпитка бугута частично сохранялась до начала 1990-х гг. за счет периодического забора воды из скважины погружным насосом.

Обычно бугуты состоят из двух водоемов: большого – выше плотины и малого (фильтрационного, быстро пересыхающего) – ниже плотины; соленость в них может различаться в несколько раз, значительны различия в зарастании и фауне. Так, в малом водоеме Огородного бугута, сплошь заросшем *Zannichellia* sp. (*Zannichelliaceae*), отсутствующей в большом водоеме с отдельными рдестами (*Potamogetonaceae*), не представлены крупные виды плавунцов и их личинки, а также крупные личинки *Aeschnidae*, обычные в большом водоеме; зато массовы клопы *Sigara* sp. и мелкие водолюбы. Малый водоем Приусадебного бугута образовывался лишь при подпитке бугута от скважины (начало 1980-х гг), занимал до 30 м² при глубине 10–15 см; имел сильно обедненную фауну. У Петькиного куля малый водоем не формировался, так как его плотина граничила с песками. Соленость в Огородном бугуте составляла в малом водоеме (4.06.1992, глубина 0.4 м) 18–20 г/л; 7.06.92 в большом водоеме (7.06.1992, глубина 0.6 м) 1–4 г/л.

Таблица 3.7

Изменение глубины Приусадебного бугута в 1964 г. (Летопись природы БКГЗ за 1964 г.)

Месяц	03	03	05	05	06	06	06	07	07	07	08	09	09	09	10	10	11
Дата	26	27	5	28	5	15	30	10	23	29	20	2	14	21	4	19	30
Уровень, см	160	170	165	150	145	140	134	124	110	100	85	80	72	68	60	60	58

Примечание. Замеры проводили в наиболее глубокой части водоема у плотины.

Многих обитающих в бугутах видов водных насекомых отмечали (чаще мертвыми) в выбросах на прибойной полосе острова; некоторые мелкие водолюбы нередко летят на свет.

Ряд видов водных жуков, преимущественно *Dytiscus circumflexus* Fabr., *Cybister lateralimarginatus* Deg. и *Berosus spinosus* Steph. регулярно развиваются в бугутах (в большом количестве отмечены их личинки), как и некоторые другие водные насекомые (Heteroptera: *Sigara* spp.; Odonata: представители Coenagrionidae, Libellulidae и, реже, Aeshnidae; Diptera: Chironominae и Ephydriidae). В бугутах практически отсутствуют ручейники, что, вероятнее всего, связано с прерывистым заполнением этих водоемов; единственная находка домика личинки *Oecetis intima* в Приусадебном бугуте сделана в период его подпитки от скважины, при наиболее стабильном водном режиме. Общее число видов насекомых, развивающихся в бугутах, можно оценить в 50–70 (до 100) видов; в бугутах представлена преимущественно солоноватоводная энтомофауна с сопутствующей ей здесь галофильной фауной ракообразных (Branchiopoda: Conchostraca, Ostracoda и др.) и коловраток; собственно пресноводные беспозвоночные из Сырдарьи и связанных с ней озер в бугутах полностью отсутствуют; из позвоночных отмечена только обычная здесь жаба *Bufo viridis*, в отдельные годы в массе успешно размножающаяся.

Олигогалофильные и галотолерантные виды водных насекомых, способные к миграции, наряду со способными к ангидробиозу ракообразными, являются ядром фауны артропод сезонных водоемов.

Пресноводные насекомые, обычные в пойменных водоемах на осушке у Сырдарьи (*Ranatra linearis*, *Nepa cinerea*, *Notonecta* spp.), в бугутах не встречаются, а олигогалотолерантные (*Plea leachi*, Gerridae и Gyrinidae) встречаются в бугутах единично, либо нерегулярно и только имаго. Галофильные клопы *Sigara* spp. и водолюбы (особенно *Berosus spinosus*), в массе представленные в бугутах, реже встречаются в пойменных водоемах у Сырдарьи на осушке. Фауна бугутов экологически обособлена от фауны транзитных рек, хотя благодаря значительной эвригалинности солоноватоводных видов, выдерживающих опреснение, фаунистический состав их частично перекрывается. Ряд водных жесткокрылых (особенно *Dytiscus circumflexus* Fabr., *Cybister lateralimarginatus* Deg. и *Berosus spinosus* Steph.) регулярно развиваются в бугутах; их личинки отмечены в массе, как и личинки ряда Odonata (Coenagrionidae, Libellulidae, реже Aeshnidae), а также Diptera (Chironomidae, Ephydriidae, реже Syrphidae). Многие обитающие в бугутах виды водных насекомых встречаются в выбросах на прибойной полосе Арала; некоторые мелкие водолюбы летят на свет.

Общее число видов насекомых, развивающихся в бугутах, оценивается в 50 – 100 видов. В бугутах преобладает солоноватоводная энтомофауна с сопутствующей ей галофильной фауной ракообразных (Conchostraca, Ostracoda и др.), но не пресноводная фауна, характерная для Сырдарьи и связанных с ней озер и временных водоемов. Солоноватоводные виды являются ядром фауны сезонных водоемов, наиболее представленной в бугутах, характерной для северного Приаралья и представляющей более целостной и стабильной, чем сборная по своей сути фауна аральских гидробионтов, состав которой зависит от солености Арала, весьма непостоянной.

3.3. Экосистема прибойной полосы Аральского моря и ее временных водоемов

В целом прибойную полосу Арала можно характеризовать как азональный и экотонный элемент берегового профиля, не имеющий собственного зарастания. Экосистема прибойной полосы, имея ряд характерных массовых консументов из числа полифагов-ортоптероидов (*Gryllotalpa unispina*, *Labidra riparia*) и хищных жесткокрылых (*Cicindela* spp.), практически лишена собственных продуцентов и должна рассматриваться как коннекс, существующий за счет морских выбросов, а не полноценно структурированный биоценоз. В литературе долго указывалась в качестве аральского макрофита, доминирующего в выбросах, лишь *Zostera minor*, однако Л.В. Жакова (1995) наряду с зостерой отмечает *Ruppia cirrhosa*.

Состояние экосистемы прибойной полосы Арала зависит от характера прилежащего берегового ландшафта (см. главу 1), стабильности береговой линии, скорости изменения уровня и солености Арала, рельефа морского дна и его зарастания, климатических факторов (особенно от наличия ледяного припая), фазы восстановительной сукцессии на постаквальной суше, техногенного фактора. Рассматривается преимущественно прибойная полоса северного Приаралья (с о. Барсакельмес) и обзорно – юго-восточного берега Арала. При этом выделяются три основных состояния прибойной полосы с их локальными и временными инвариантами: 1) стабильная прибойная полоса при отсутствии регрессии Арала; 2) нестабильная прибойная полоса при регрессии Арала; 3) стабилизированная прибойная полоса при техногенной стабилизации Малого Арала.

Благодаря относительно крутому доколю о. Барсакельмес, в 1970-х гг. его прибойная полоса еще оставалась относительно стабильной и не теряла связи с новоаральской террасой, мигранты из которой достигали ее достаточно легко. Невысокая (до 10 г/л) соленость воды Арала; узкая, до 150–300 м, незаросшая постаквальная суша; наличие укрытий на берегу (вал морской травы и обломки саксаула, оказавшихся субфоссильными, времени средневековой регрессии, о чем до 1980–1990-х гг. не знали) позволяла выживать ближним и многим дальним (с материка) насекомым-мигрантам (кроме Lepidoptera) даже после их попадания в морскую воду вследствие известного берегового эффекта (Хромов, Мамонтова, 1955). При массовых выбросах число иммигрантов достигало 1–2 тыс. экз. на 1 м². Кроме указанных постоянных для прибойной полосы видов, на ней часто, но эпизодически отмечали различных представителей большинства отрядов насекомых, представленных на острове. Обычны были здесь Saldidae (Heteroptera); на уплотненном влажном песке наблюдали *Mesobuthus eupeus* (Scorpiones).

На прибойной полосе Барсакельмеса А.А. Коневым (1993) отмечены следующие виды Coleoptera, не замеченные на постаквальной материковой суше: из Carabidae – *Cicindela deserticola* Fald., *C. litoralis*, *C. contorta* F.-W., *C. melancholica* F., *Scarites terricola*, *Deschirius salinus* Schaum., *D. pusillus* Dej., *Broscus semistriatus* F.-W., *Calosoma deserticola* Sem., *Bembidion varium* Ol., *B. gassneri* Nct., *B. tetragrammum* Chd., *B. ustum* Quens., *Tachys turcestanicus* Rtt., *Pogonus iridipennis* Nic., *P. punctulatus* Dej., *Chlaenius spoliatus* Ros., *Amara spreata* Dej., *A. communis* Pz., *A. similata* Chd., *Acupalpus flaviceps* Motsch.; из Scarabaeidae – мигранты *Gymnopleurus corriarius* Hbst., *Onitis humerosus*, *Polyphilla alba* Pall. Обычен на прибойной полосе и мигрант *Physetops tataricus* Pall. встречающийся по всему профилю острова. На постаквальной суше и в прибойной полосе отмечено также еще несколько видов более мелких стафилинов. В целом для прибойной полосы характерно преобладание хищных видов (особенно жужелиц), существующих за счет мигрантов; по крайней мере ½ отмеченных здесь видов Carabidae сами являются мигрантами. Часто встречающиеся на прибойной полосе хищные Coccinellidae не находят здесь для себя питания.

Из мигрантов-фитофагов на прибойной полосе наиболее многочисленны бывают имаго Acrididae (особенно *Calliptamus*), Heteroptera, Vuprestidae, Elateridae и Rhopalocera. Odonata, Mantoptera (*Empusa pennicornis*), Tettigonidae (Orthoptera), *Zygaena* sp. (Lepidoptera) представлены на прибойной полосе только мертвыми или нежизнеспособными особями, как правило, единичными. В северном Приаралье состав мигрантов на прибойной полосе близок к таковому на о. Барсакельмес; на зал. Тше-Бас в 1990-х гг в массе отмечали также *Malacosoma castrensis* L. (Lasiocampidae) и единично *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Chrysomelidae). Массовые выбросы насекомых на прибойную полосу привлекают сюда питающихся ими ушастых ежей.

Заметно иным был характер прибойной полосы южного берега Барсакельмеса, граничащего с чинком и плато с обедненной фауной и обращенной к открытому морю. Выбросы морской травы и обломков саксаула здесь менее интенсивны, берег приглубый, опесчанивание ниже, но сильнее дефляция, обусловленная близостью чинка, формирующего конвективные воздушные потоки. Характерные для прибойной полосы виды отмечали здесь

много реже, иммигранты – единично. Существенная роль мигрантов в поддержании жизнеспособности коннекса прибойной полосы очевидна уже из этих данных.

При ускорении динамики береговой линии Барсакельмеса и увеличении солености Арала в 1980-х гг. характер прибойной полосы и соответствующего коннекса начал меняться. Вследствие неравномерности скорости отступления береговой линии, максимум которой приходился на конец лета, ежегодно вдоль берега формировался вал морской травы высотой 0.3–0.5 м, внутри которого зимой образовывалась наледь. Наледь таяла только в мае при частичном замещении льда песком вследствие эолового переноса при параллельном раздувании и погребении морской травы. За образовавшимся годичным береговым валом, сохранявшимся на осушке много лет (местами – десятилетиями) тот же эоловый выдув образовывал микродепрессию, в которой образовывался фильтрационный водоем глубиной 1–2 дм, шириной несколько метров и длиной до многих десятков метров. При отступании моря многочисленные водоемы этого рода превращались в гипергалинные диатомовые микроводоемы, а затем образовывали ленточный солончак, более или менее переметавшийся песком или выдувавшийся. Годичный береговой вал зарастал чистой *Atriplex tatarica* (Chenopodiaceae), а позже, на 2–3 год, более галофильными растениями, что способствовало стабилизации вала и формировало первичный фитогеенный микрорельеф осушки. Солончаки и выдувы на Барсакельмесе в 1980-е гг. оставались свободными от иной растительности. Совокупность годичных валов, более или менее заросших однолетними маревыми, и понижений между ними, занятых солончаками и выдувами, составляла первичный ландшафт осушки.

В период доминирования на осушке ее первичного ландшафта к основным видам прибойной полосы как постоянный элемент добавились взрослые мухи-береговушки Ephydriidae при практическом отсутствии их личинок. Редкими стали имаго ручейников, обычные ранее. В море у берегов острова перестали встречаться водные насекомые, но на прибойной полосе имаго мигрирующих видов отмечали часто. В большинстве своем они здесь же гибли, как и сухопутные дальние иммигранты, для которых слабо заросшая осушка стала непреодолимым барьером, а морская вода – слишком соленой. Массовая гибель иммигрантов иногда вызывала массовое размножение синезеленых водорослей в фильтрационных водоемах. Из насекомых новоаральской террасы на прибойную полосу нередко мигрировали имаго совок *Aleucanitis* spp., *Anumeta* spp., *Phytometra gamma* L., укрываясь преимущественно в валу морской травы. Изредка на прибойной полосе и в морской воде у берега отмечали чернотелок, зараженных Mermithidae (Nematoda); прочие ближние мигранты не могли достигнуть берега. Во влажные годы (1981–1982, 1989), благодаря образованию на осушке поверхностной корочки, прибойной полосы достигали расселяющиеся *Hemilepistus cristatus* (Isopoda: Onyscoidea), а жуки-скакуны *Cicindela* spp. единично мигрировали на прилегающую часть осушки.

Материковая осушка северного Приаралья, вследствие меньшего опесчанивания и слабой песчаной поземки, зарастала быстрее, чем островная. Наличие здесь галофильного прибрежного зарастания, перемещавшегося вместе с береговой линией, позволяло многим ближним мигрантам длительное время существовать на осушке в полосе заплеска, образуя хронопопуляции [*Rivetina nana* (Mantoptera)] и даже популяции (Lycosidae, *Heteracris* (Acrididae), *Vashiria* (Reduviidae) и ряда других видов). В остаточных трещинных водоемах были обнаружены гидробионты, включая личинок Ephydriidae. Фактически на материковом береговом профиле сообщество молодой осушки было аппликативно наложено или хотя бы граничило с прибойной полосой, тогда как на островном профиле их разделял негативный экотон осушки, слабо заросшей и практически не заселенной членистоногими.

Коннекс прибойной полосы восточного Приаралья в присырдарьинской своей части напоминал островной, но крайне пологий топкий берег исключал в 1980-х гг. его исследование. Негативным экотонем между прибойной полосой и новоаральской террасой здесь являлась полоса слабо заросших солончаков; выбросы морской травы тонким слоем устилала мелководье и молодую осушку, иммигрантов практически не отмечали.

На юго-востоке Арала (у бывшего о. Уялы) прибойная полоса была практически не выражена: ее, как и мелководье, перекрывал плотный мат морской травы, обсыхающей на корню; тем не менее основные виды коннекса прибойной полосы наличествовали хотя бы единично. На о. Обручева (недавней мели) данный коннекс практически отсутствовал, несмотря на вал морской травы и опесчаненный грунт (при очень сильном запахе сероводорода).

В условиях стабилизации акватории Малого Арала стабилизировалась и прибойная полоса, и полоса саликорнии со сведой; заселение членистоногими последней резко увеличивалось. Основной энтомокомплекс прибойной полосы оставался без изменений или (при отсутствии распреснения прибрежной акватории) мог сократиться за счет выпадения ряда видов *Cicindela*, кроме *C. litoralis* (Пирюлин, 2002, 2003), однако в любом случае непрерывность пространственной смены по профилю осушки восстанавливалась, и эффективности заселения мигрантами осушки увеличивалась. Надежность нынешних гидротехнических сооружений на Арале невелика и, что главное, за улучшение экологической ситуации в северном Приаралье, наименее зависимом от уровня моря, приходится расплачиваться ухудшением ее в восточном, юго-восточном и южном Приаралье, где восстановительные процессы проходят намного труднее.

Фауна прибрежных фильтрационно-стоковых водоёмов северного Приаралья в период регрессии Арала претерпевала быстрые изменения, часто деструктивные, как и сами эти водоёмы.

Небольшие остаточные водоёмы в широких (5–15 см) трещинах почвогрунтов молодой осушки при отступании Арала наблюдались на Малом море в 1980–90-х гг. и имели олигогалинную и полигалинную энтомофауну. В 1989 г. остаточные водоёмы на начавшей подсыхать топкой заиленной молодой осушке северного Приаралья, образовавшиеся в сети широких, 10–15 см, грунтовых трещин, местами были сплошь покрыты шевелящейся массой имаго Ephydriidae. Единично в них встречались мелкие водолюбы, на влажный грунт присаживались сирфиды (*Eristalis tenax* и др.), встречавшиеся на молодой осушке в 1980-е гг. много чаще, чем сейчас (чему способствовала сплошная полоса цветущей *Astra* sp., привлекавшая антофилов; сейчас астра встречается единично на фоне саликорнии со сведой, адаптированных к более сильному засолению грунта). В современных условиях трещинные водоёмы на осушке Малого Арала почти не образуются из-за его стабилизации, а на осушке Большого Арала (по крайней мере, на обследованном в 2002 г. северо-западном берегу) они слишком засолены и затемнены для заселения водными насекомыми [узкие, (1–3 см) трещины молодой осушки затоплены на глубине от 1–2 дм и более].

Временные лагунно-фильтрационные водоёмы в настоящее время образуются в понижениях на осушке у прибойной полосы при отступании моря за счет ветровых нагонно-отгонных явлений и фильтрации. Судя по фотографиям (Берг, 1908), подобные водоёмы отмечали и в период стабилизации Арала. Современные фильтрационные лужи, тянущиеся вдоль прибойной полосы по засоленным понижениям, лишены энтомофауны, если не опреснены за счет подземного стока с чинка. На их берегах нередко обнаруживаются скопления мух-береговушек, но ни разу не отмечены их личинки. В районе современной дельты Сырдарьи в начале 1990-х гг., в связанных с ней опресненных водоёмах и в полуотчлененных водоёмах у Бугуни, единично отмечены их личинки; на заливе Тще-Бас после сильного дождя имаго береговушек встречали у приморских луж около недели (личинки не отмечены). Лишь изредка удавалось обнаружить личинок слепней, несмотря на обилие их имаго на побережье Арала. Для распресненных прибрежных водоёмов характерны олигогалинные, реже потенциально гипергалинные водные насекомые.

Перспективы развития стоково-фильтрационных водоёмов северного Приаралья неоднозначны. Зависящие только от уровня моря прибрежные водоёмы обречены на пересыхание, но усиливается и проявление компенсирующих факторов, особенно подповерхностного стока с береговых чинков (уступов коренного берега), накапливающих и

перераспределяющих осадки, в частности, благодаря суффозионным («псевдокарстовым») стоковым каналам.

В 2000-е гг. подчинковый сток, дефляция и дифференцировка рельефа, осадки снижают общее засоление осушки, побережья и лагунных водоемов Малого Арала. В сформированных обширных тростниковых зарослях, маркирующих грунтовые воды ограниченной минерализации, становятся обычны мезофилы *Acrida oxucephala*, *Locusta migratoria*. Возрастает мозаичность сообществ; на основании осушки постоянно встречается большинство фоновых зональных артропод. В распресненных до 5 г/л лагунах массовы гребляки *Sigara* spp., обычны мелкие водолюбы и личинки *Sirphyidae*, *Ephydriidae*, *Chironomidae*. В самом Арале насекомые отсутствуют, кроме галофильных хирономид; Большой Арал становится артемийно-инфузорным водоемом (Пирюлин, 2003; Piriulin, 2003).

Очевидно, можно ожидать дальнейшего опреснения за счет подчинкового стока отдельных лагунных водоемов и даже некоторых заливов Арала (в первую очередь – залива Тше-Бас) при их отделении от моря с соответствующим изменением связанных с ними экосистем. По крайней мере, некоторые из них из азонально-интерзональных могут превратиться в интразональные северопустынные экосистемы с дальнейшим вовлечением в ход восстановительной сукцессии.

Общая характеристика энтомокомплексов на современном береговом профиле Арала от азональной прибойной полосы до зональных станций приведена в следующей главе.

Глава 4.

ФОРМИРОВАНИЕ ФАУНЫ ПОСТАКВАЛЬНОЙ СУШИ СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЯ

В главе рассматривается изменение видового состава и распределение Arthropoda на постаквальной суше северного Приаралья в процессе развития осушки. Эколого-энтомологические публикации по данному вопросу единичны, как и аналогичные исследования, преимущественно фрагментарные. Обобщающие фаунистические обзоры и монографии (Бей-Биенко, Мищенко, 1951; Лопатин, 1977; Правдин, 1978; и др.) позволяют говорить о Приаралье как о районе фаунистического минимума, что представляется закономерным следствием молодости экосистем Приаралья и лишь во вторую очередь связано с недостаточной изученностью региона.

При работе на бывшем дне Арала значительные ошибки в трактовке наблюдаемых данных могут вызвать недоучет пластичности экологии видов, смещения стаций, изменения экониш и особенностей пространственного наложения сообществ разного времени формирования. Так, на увлажненных солончаках молодой постаквальной суши крупные тарантулы (Lycosidae), представленные в регионе видами из *Tarentula Sundeval* (= *Alopecosa* Simon), *Allohogna* Roever (Павленко, 1985) и, возможно, *Acantholycosa* F.Dahl, *Arctosa* C.L.Koch, *Lycosa* Latr. (Михайлов, 1997), используют естественные укрытия в дневное время и ночью обычны на растительности. Несколько дальше от воды они роют норы и активны на поверхности почвы в ночное время, лишь изредка поднимаясь на растительность ("стандартная" биология крупных тарантулов, свойственная им в большинстве зональных и интразональных биотопов). На опесчаненной заросшей постаквальной суше тарантулы также обычны, иногда массовы (у заливов Тще-Бас и Большой Сарычеганак), но на день закрывают нору паутиной оплеткой, маскируемой песком, а ночью лишь изредка встречаются на поверхности почвы. При беглом обзоре берегового профиля тарантулы будут выявлены лишь в наиболее увлажненных стациях. Как другой пример, можно привести медведку, чьи ходы хорошо заметны на солончаках, но не на опесчаненных массивах, где вид часто может быть выявлен лишь по вокализации.

Насекомые в пределах отдельных фитоценозов распределены неравномерно, часто концентрируясь по бордюрам фитоценозов. В приаральских пустынях и на постаквальной суше Арала бордюрный эффект, как правило, положительный: членистоногие преимущественно встречаются по краю фитоценозов и способны формировать здесь специфический энтомокомплекс. Последнее характерно для бордюрных черносаксаульников и серополынных по краю чинков, а также для солянковых фитоценозов, характерных на начальных стадиях зарастания бывшего дна моря (*Salicornia*, *Suaeda*, *Salsola paulseni*). Для развитой постаквальной суши сплошные фитоценозы не характерны. Обычная для постаквальной суши мозаика ленточных формирующихся фитоценозов представляет собой сплошное кружево бордюрных сообществ; разнообразие артропод в них значительно, но выявляется лишь при длительных работах из-за низкой плотности заселения.

Мозаичность рельефа и зарастания увеличивает разнообразие энтомофауны в аридных регионах, которые сами по себе имеют тенденцию к абиотичности. Мозаика размещения артропод более дробна, чем фитоценотическая, и более изменчива во времени; большинство временных "флуктуаций" является следствием наложения суточных, сезонных и многолетних погодных и климатических ритмов на популяционную динамику. В сущности только с учетом членистоногих биоценотический континуум суши действительно уподобляется континууму. Членистоногие насыщают экониши как фитоценотического универсума (преимущественно фитофаги), который в пустыне весьма дискретен, так и топониши ландшафтного универсума на уровне микрорельефа (преимущественно детритофаги и зоофаги, не связанные с растительностью непосредственно). С учетом ценотической избирательности специализированных видов артропод дополнительно

дифференцируются все ценоотические структуры, выделенные на ландшафтной и фитоценоотической основе. В динамичных сообществах на бывшем дне Арала проще, чем в зональных экосистемах, получить определенные результаты относительно формирования и заполнения экониш из непосредственного наблюдения распространения артропод, что определяет основную значимость этих исследований. При этом перспективность работы в формирующихся экосистемах невелика для систематиков, закономерно "специализирующихся" на очагах повышенного биоразнообразия.

В качестве примера обобщений на основе слишком фрагментарных данных можно привести некоторые утверждения В.С. Залетаева (1989) относительно заселения постаквальной суши членистоногими, представляющиеся слишком произвольными и являющиеся следствием непреодоленной фрагментарности наблюдений. Ниже приведены некоторые выдержки из данной работы с необходимыми комментариями. (Автор отдает себе отчет в том, что и его работы наверняка не свободны от подобных ошибок, выявляемых лишь по мере дальнейшего накопления и осмысления материалов).

"...Ходы медведок, многочисленные в этом поясе активного пляжа, также густо обрастают проростками солероса и сведы" (с. 96). Любое уплотнение почвы вызывает резкое увеличение числа проростков однолетних галофилов (как и большинства растений) при соответствующей плотности и влажности почвы, что хорошо известно фитомелиораторам, и лишь небольшая часть ходов медведок, проложенных в соответствующих грунтах при соответствующей их влажности и на определенной глубине, маркируется проростками растений.

По Залетаеву (1989) прибрежные заросли сведы и саликорнии практически не возобновляются на прежнем месте из-за засоления, и вместе с ними исчезают и сопутствующие виды животных; первыми заселяют новый берег медведки, уховертки, сверчки и пауки. Медведки и уховертки являются постоянными обитателями прибойной полосы (см. главу 3); некоторые сверчки и пауки являются иммигрантами, способными формировать здесь хронопопуляции. В числе первопоселенцев нельзя не назвать муравьёв (потенциальных мицетофагов), заселяющих даже незаросшую осушку. Кроме того, при стабилизации уровня Малого Арала в 1990-х гг. стабилизировалась и мозаика прибрежных галофитов при резком увеличении разнообразия связанного с ними энтомокомплекса; то же отмечается и на берегу скважинного водоёма в бывшем порту г. Аральска, несмотря на прогрессирующее засоление (основания живых стеблей саликорнии с конца лета окружены муфтами соли). Следовательно, динамика сообществ прибрежных галофитов связана не столько с засолением как таковым, сколько с динамикой водно-солевого режима почвы в целом.

"Тарантулы, делающие норы во влажном грунте в 30–50 м от уреза воды, также в случае гибели первичных растительных группировок исчезают с береговой полосы" – пишет В.С. Залетаев (с. 90). Тарантулы постоянно встречаются у прибойной полосы, где прячутся либо в выбросах морской травы, либо в трещинах почвы; на более сухом грунте постаквальной суши сооружают норы, маскируя вход паутинно-песчаной оплеткой и ничем не обнаруживая себя днём, но выходя на поверхность почвы и поднимаясь на низкую растительность ночью. Сухих валов морской травы на осушке старше 3–4 лет тарантулы избегают. На заросшей осушке первого-второго года формирования, граничащей с прибойной полосой, норы тарантулов (очевидно, вследствие локально повышенной влажности) часто открыты днём и наиболее заметны, вследствие чего эта стадия и трактуется В.С.Залетаевым как основной биотоп тарантула на осушке.

"В зоне пассивного пляжа с более сухой поверхностью и пониженным до 0.5–0.8 м уровнем грунтовых вод выпоты солей цементируют зостеру и верхний слой почвы, затрудняя эоловый перенос, но сохраняя термоизолирующие свойства зостеры, о чем можно судить по тяготению к ним ходов медведок" (с. 98). Но при поверхностном уплотнении при засолении или загибывании подповерхностные ходы медведок долго (неделями) заметны в виде валика, а в незагипсованном грунте эти норы однократного

использования разрушаются летом менее через сутки. Встечаемость подповерхностных ходов медведек больше говорит об условиях их сохранения, чем о плотности популяции.

Таким образом, использование фрагментарных энтомологических данных не всегда способствует раскрытию экологической ситуации. Обзорные наблюдения недостаточно выявляют реальные флористические и фаунистические соотношения при формировании экосистем постакальной суши. Быстрее всего ситуация может быть оценена геоморфологически (обработка орбитальных фотоснимков и автомобильный маршрут), более медленно – фитоценологически (профилирование с сезонной и многолетней повторностью) и намного медленнее – биогеоценологически (в условиях многолетних стационаров при комплексной организации работ с учётом суточной и сезонной динамики активности членистоногих и пластичности их экологии). Отсюда обычное и вполне обоснованное расхождение в темпах работы разных специалистов и, соответственно, разнокачественность результатов, полученных при одинаковых для всех (на первый взгляд) условиях. Неизбежное следствие – практическое отсутствие биогеоценологических работ, проведенных во всей их полноте, или хотя бы на сравнимом уровне для сообществ основных уровней организации экосистем.

Работы, в которых на ценотическом уровне разобраны насекомые (или членистоногие) с учётом как фитоценотической, так и ландшафтно-геоморфологической основы, достаточно редки и часто признаются "мало перспективными" лишь потому, что не укладываются в официальные сроки планирования научных работ и по сути являются делом всей жизни; не случайно не каждый специалист имеет возможность довести их до завершения, гарантирующего преемственность результатов, обычно подразумевающий и переход к мониторингу. Часто якобы "устаревающие" подходы заставляют начать работу заново и продвигаться вперёд крайне нерациональным, но наиболее обычным способом – через отрицание (игнорирование) работ предшественников. Для последних поколений биологов, имеющих дело с живой природой в её нативной экосистемной организации, все это не безразлично, но организационный аспект полевых работ в последние десятилетия, скорее, необратимо деградирует, чем совершенствуется.

Конкретная эколого-энтомологическая работа всегда требует некоторой модификации общепринятой экологической терминологии (Дедю, 1990; Реймерс, 1990; Миркин, Розенберг, 1983; Реймерс, Яблоков, 1982), особенно при неизбежном заимствовании терминов из соседних, более разработанных областей экологии (и биогеоценологии в частности). В целом используемая автором экологическая терминология близка к терминологии, принятой П.М. Рафесом (1968) при рассмотрении экологии лесных насекомых-фитофагов. Ниже кратко рассмотрено конкретное использование автором некоторых терминов.

Элементарная ценотическая единица (**ценоячейка**) структурно соответствует отдельной особи растения, в первую очередь эдификатора, с группирующимися вокруг нее другими растениями и концентрирующимися в пределах этой группы животными. В пустыне, особенно на полузакрепленных песках бывшего дна Арала с несомкнутым растительным покровом, такие группировки часто вполне дискретны и генетически взаимосвязаны с элементами микрорельефа (холмокосами, фитогенными буграми), а утверждение, что "**ценоячейки морфологически неуловимы**" (Миркин, Розенберг, 1983), более справедливо для других природных зон.

Энтомокомплекс рассматривается автором как ассоциация насекомых (или артропод суши), связанных с конкретным биогеоценозом (фитоценозом или коннексом), или их ландшафтной группой (топически – с элементом ландшафта или ландшафтного профиля).

Консортивные энтомокомплексы (энтомоконсорции) рассматриваются здесь прежде всего как специфические конкретные (локальные) фитофильные популяционные ассоциации. Изначально понятие **консорции** относится к комплексу, связанному с видом растения (или другого организма); относительно недавно появился термин **популяционная консорция** для консортивных комплексов эколого-ценотического уровня; однако давно

существует термин **ценопопуляция**, и естественно соответствующий ценопопуляции консортивный комплекс называть **ценоконсорцией**, оставляя термин «популяционная консорция» как более общий.

4.1. Развитие и заселение артроподами берегового профиля о. Барсакельмес

Уровень изученности энтомофауны острова не позволяет дать детальную картину энтомокомплексов, формирующихся на бывшем морском дне у о. Барсакельмес, прежде всего вследствие отчётливого запаздывания их формирования здесь на 10–15 лет по сравнению с материковой осушкой. На о. Барсакельмес отмечено около 700 видов артропод; на его постаквальной суше к началу 1990-х гг. отмечено около 100 видов (14%) энтомофауны. Позже остров стал практически недоступен для исследователей.

Сравнение фауны постаквальной суши с фауной других биотопов острова проведено (Пириулин, 1993а) по группе из 156 видов наземных членистоногих, регулярно отмечаемых при маршрутных работах (табл. 4.1 и 4.2). Основу этого списка видов составляют насекомые. Многие виды появляются на бывшем морском дне лишь в результате иммиграций, иногда сезонных, и не являются постоянным элементом фауны острова.

Через первую (иммиграционную) фазу расселения прошли все виды, отмеченные на постаквальной суше; ряд видов вступил во вторую (популяционную) фазу; третья (эмиграционная), фаза не проявляется на о. Барсакельмес и в северном Приаралье, но характерна для юго-восточного Приаралья, где вследствие засоления и снижения зарастания и флористического разнообразия осушки число видов насекомых на бывшем морском дне снижается, в том числе и благодаря эмиграции; достоверно наблюдали дальние (десятки километров) миграции нелетающих псаммофильных чернотелок-фитодетритофагов *Trigonoscelis* spp. и *Adesmia gebleri*.

Поскольку само по себе обнаружение вида на постаквальной суше еще не определяет его экологическую значимость, анализ данных приведен в двух вариантах: с учетом и без учета миграций. Результаты дополняют друг друга и позволяют правильнее определить тенденцию распространения видов, выявляется прогностический аспект энтомопрофиля. Основной тенденцией остается спонтанный выход членистоногих на постаквальную сушу вследствие их естественной миграционной активности; многие виды не в состоянии закрепиться на бывшем дне моря из-за экстремальности ее как биотопа.

Число видов членистоногих на бывшем дне моря в целом закономерно падает по мере удаления от новоаральской террасы (от 52 до 6 % отмеченных видов; табл. 4.1. и 4.2.); наименее заселена молодая незаросшая или слабо заросшая постаквальная суша (6% видов). Некоторые виды (жужелица *Scarites salinus*, ряд чернотелок), широко распространённые по профилю, не представлены на постаквальной суше 1960-х гг., что можно связать с формированием незаросшего ленточного солончака вдоль внешнего края авандюны и депрессией кустарниковой растительности в смежных стациях. Некоторое увеличение числа видов по сравнению с молодой постаквальной сушей наблюдается у прибойной полосы (до 27 % видов, отмеченных на профиле), – преимущественно за счет мигрантов (в основном прямокрылых и жесткокрылых) и в связи с наличием укрытий (выбросов морской травы) и повышенного увлажнения. Собственная фауна прибойной полосы представлена береговыми видами, близка к береговой фауне внутренних сезонных водоемов и носит азональный характер, что заставило рассматривать ее отдельно от постаквальной суши как таковой (см. главу 3).

Максимальное число видов (до 40% видов отмеченных) отмечается на постаквальной суше конца 1970-х гг. с наибольшим развитием вторичного рельефа (ряд дюн, параллельных берегу) и максимальным зарастанием. На постаквальной суше 1980-х гг. число видов несколько меньше (25–30 %). Сравнительная характеристика видового разнообразия членистоногих постаквальной суши с другими биотопами профиля острова приведена в табл. 4.2. На постаквальной суше зарегистрирована половина рассматриваемых видов, а

треть видов населяет ее постоянно. Доля мигрантов возрастает на постаквальной суше и максимальна в прибойной полосе.

Таблица 4.1

Распространение членистоногих по профилю о. Барсакельмес

Виды	Элементы профиля(биотопы)									№
	1	2	3	4а	4б	4в	4г	5	6	
Crustacea										
<i>Hemilepistus cristatus</i>	+	++	+М	оМ	оМ	оМ	оМ	оМ	оМ	1
Arachnida										
Scorpiones										
<i>Mesobuthus eupeus</i>	+	++	++	+М				/оМ/		2
Solifugae										
<i>Galeodes caspius</i>	+	++	+3	оМ3	оМ3					3
Aranei										
<i>Eresus niger</i> (Pet.)	л+	+	о						оВ	
<i>Argiope lobata</i> (Pall.)	+	++	+	+ММ?	+ММ?				оС	
Lycosidae	лб+	лб+			о3М			оМ	+С	
Insecta										
Mantoptera										
<i>Mantis religiosa</i>			оМд						+СВ	4
<i>Tadzikiella</i> sp.	+	+	+,од	+	+					5
<i>Rivetina nana</i>	+	++	оМ	оМ	оМ				+С	6
<i>Empusa pennicornis</i>	+	++	+		оМ3			оМГ3	+В,С	7
Phasmoptera										
<i>Ramulus bituberculatus</i>	+	++							+С	8
Dermaptera										
<i>Anechura asiatica</i> Sem.	+л	+	++	+В	+В					
<i>Labidura riparia</i>		+	+	+	+	+	+	++	++	9
Orthoptera										
<i>Acrida oxycephala</i>		+В	оДМ						+С	
<i>Dericiris annulata</i>	+	+	++	+	о				+	
<i>Calliptamus barbarus</i>	+	+	ММ	оММ	оММ			++МГ		
<i>Hyalorrhhipis clausi</i>			+д	+	+	о			+	
<i>Grillotalpa unispina</i>		+В	о	+	+	+	+	+	+	
<i>Tettigonia caudata</i>		оВ						оМГ	о/+СВ	
<i>Locusta migratoria</i>		оВМ	оМ					оМГ	+С	
<i>Ochrilidia turanica</i>		оБ	о	+	+	о			+СВ	10
<i>Platycleis</i> sp.1	+	++	++	оМ	оМ	оМ			оС,СВ	
<i>Platycleis</i> sp.2	+л++	+						оМГ		
Odonata										
Coenagrionidae										
<i>Aechna</i> sp.	оММ	оВ++	+М	+М	оМ	+М		оМГ	+М	
		оММ		+М						
gen. sp.		оМ	оМ				оМ3		оМ	
Homoptera										
<i>Cicadetta sinautipennis</i>		л++							оВ	
<i>Cailardia</i> sp.	+	++	++	+	++	++				
Hemiptera										
<i>Brachynema germarii</i> Kol.	+	++	++	+	+	+		+М	+/+	
<i>Aelia furcula</i> F.		+б++	+	оМ	+М			оМ	+	
<i>Chorosoma gracile</i> Jos.	оБ	+б	+	о					+	11
<i>Gerris</i> sp.		+бМ						/оМ/		12
<i>Saldula pallipes</i> (Fabr.)								/++/		13
gen. sp. (Scutelleridae)		оМ	оМ		оМ			++МГ	+ЮВ	
gen. sp. (Scutelleridae)		оМ	оМ		оМ			++МГ	+ЮВ	
Coleoptera										
<i>Cicindela deserticola</i>		+В				оМ	оМ	++	++	
<i>C. littoralis</i>		++В				оМ	оМ	++	++	
<i>C. melancholica</i>								+	+СВ	

Виды	Элементы профиля(биотопы)									№
	1	2	3	4а	4б	4в	4г	5	6	
<i>C. contorta</i>								+	+C,B,CB	
<i>Calosoma deserticola</i>	о	+	оМ	о	оМ			+МГ		
<i>Scarites salinus</i>	+	+		+	+	оМ?	оМ?	+М?		
<i>Chloenius spoliatus</i>		В++	о					о	+C	
<i>Dytiscus sp.</i>		В+						/+ /		14
<i>Aphodius aralicus</i> G.Nik.	+	+	++	+	+	+				
<i>Onitis humerosus</i>		о/+						оММ?		
<i>Polyphilla alba</i>								оМ		
<i>Chioneosoma bucharicum</i>		бo	++	о						
<i>Julodis variolaris</i>	+б++	++	оВ++						оМ	
<i>Sphenoptera beckeri</i>		+/о			++	+			+C++IOB	15
<i>Diaphanidus ferrugineus</i>		бo	+д++	+	++	+			+B	16
<i>Microdera gracilis</i>		ол+б	++	+	++	+				
<i>Tentyria gigas</i>	б++,+	++	+М		оМ	оМ		оМ	+C	
<i>Trigonoscelis spp.</i>		/оМ/	од++	+	++	++/+		оМ	+C,B	17
<i>Sternoplax affinis</i>		о		+	++				++	18
<i>Lasiostola carinata</i>	+	++	дом	оМ	оМ					
<i>Pimelia cephalotes</i>	+б++	++	о3					оМ		
<i>Gonocephalum pubiferum</i>		+	о	+	+	+				
<i>Megamecus variegatus</i>	об+	++	++	+	+	+			+ /++	
<i>Temnorhynchus arduus</i>	++	+		о						19
<i>Lixus sp.</i>	б+		д+	+3++	+3++	+	о			20
Neuroptera										
<i>Ascalaphus sp.</i>	б,л+	+						оМГ3		
<i>Acanthaclisis sp.</i>		+	+	+/о				оМГ		
gen. sp.1	+	++	+	+	++	+	о			
gen. sp.2		бo	о/+	о/+	+	о				
Lepidoptera										
<i>Holcocerus spp.</i>		++		оВ						
<i>Euchromius spp.</i>	+	++	++	+	+	+				
<i>Heterographis sp.</i>			+	о	++	+			+ /++B	
<i>Constantia sp.</i>			+	++	++	+				
<i>Loxostege sticticalis</i>	+	++	+	+	++	+		оММГ	о /++	
<i>Nomophila noctuella</i> Den.	о	+	+	+	+	+			+	
<i>Tegostoma sp.</i>		+	+	+	+	о/+				
gen .sp. (Pyraustidae)			+	+	+	о/+				
<i>Agdistis tamaricis</i> Z.		+ /++	+		+	+			+	
<i>Pontia daplidice</i>	о	+	+					оМГ	о /+C	
<i>Cigaris acamas</i>		б+	+	оВ						
<i>Satyris anthe</i>	+	++	+	/о/				оМГ	оC,B	
<i>Vanessa cardui</i>	+	++М	+	++B	о,В+	о		оММГ	о	
<i>Eriogaster sp.</i>		/о/	++	+МГ	оМГ	оМГ		оМГ	+CB	21
<i>Malacosoma castrensis</i>	о	++	+		Вом					21a
<i>Macroglossum stellatarum</i>	оМ	+	од+	+М	+М					22
<i>Celerio lineata</i>	оМ	оМ	+	ММ	ММ?					22
<i>Rhodometra sacraria</i> (L.)	о	+	+	о	+	+				
<i>Anumeta cestis</i> (Men.)			од++	+/о	+	+				
<i>Microbiston lanaria</i>	+	+	оМ					оМГЮ		23
<i>Semiothisa aestimaria</i> Hbn.		+	+		+	+			+	
<i>Thargelia spinipes</i> Skh.	/б+/	б+	++	+	+	+			+?	
<i>Thalomicra debilis</i> Chr.	+	+							оCB	
<i>Phytometra gamma</i>	о	++	+	о	о			/оМ/		
<i>Orgia dubia</i>	+	++	+3++	о	о					24
<i>Coleophora serinipennella</i> Chr.				+	+	+				
<i>C. eremosparti</i> Flkv.			+	++	+					
<i>C. sp. с астрагала</i>					3+	3+				25

Виды	Элементы профиля(биотопы)									№
	1	2	3	4а	4б	4в	4г	5	6	
C. sp. со сведы						+/++	+	+/++		
Diptera										
<i>Stephaniola similata</i>		+	++	+	+					
<i>Satanas gigas</i>	о	++	+	+	+				+С,В	
Ephydriidae		В++						+	++С	
Hymenoptera										
<i>Enicaspilus</i> sp.		о	+	+	+	+				
<i>Sphex maxillosus</i> F.	бо	+	+	ом	ом					
<i>Prionix</i> sp.	бо	/о/	о		ом?					
<i>Mysine</i> sp.	б+	+			ом?					
<i>Cerceris</i> sp.	о	о			ом					
<i>Stisus</i> sp.	+	+						ом		

Примечание. В таблице представлены только виды, отмеченные на постаквальной суше.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОФИЛЯ: 1 – возвышенное плато, 2 – сниженная равнина (древнеаральская терраса), 3 – грядово-бугристые закрепленные и полужакрепленные пески (новоаральская терраса); д – дюна (полужакрепленные пески), 4 – постаквальная суша: 4а - 1960-х гг., 4б - 1970-х гг., 4в - 1980-х гг., 4г - начала 1990-х гг.), 5 – прибойная полоса; 6 – материковая постаквальная суш. – ВСТРЕЧАЕМОСТЬ: ++ – максимальная, + – средняя, о – единичная; МИГРАНТЫ: м – островные, М – материковые. – ГИБЕЛЬ АРТРОПОД из-за экстремальных условий: гг - умеренная, Г – массовая. – ЛАНДШАФТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: б – бордюры, л – лощины, в – сезонные водоемы, С – север, Ю – юг, В – восток, З – запад; а – Арала. – НОМЕРА ПОВИДОВЫХ ЗАМЕТОК: № (см. ниже).

Примечания по отдельным видам (повидовые заметки; №).

1. Мокрицы мигрируют через постаквальную сушу ежегодно, колонизируя ее лишь во влажные годы, при пониженном эоловом переносе. В разгар лета норы мокриц на постаквальной суше обычно засыпает песком. В 1991 г. на уплотненных песках постаквальной суши западного берега единично отмечены летом жилые норы.
2. Скорпион встречался на влажном грунте у прибойной полосы до конца 1970-х гг. В настоящее время на постаквальной суше крайне редок.
3. Сольпуги характерны для биотопов с плотными почвами; в 1991 г. молодые особи неоднократно отмечались на постаквальной суше западного берега острова.
4. Вид очень редок на острове; редок в Приаралье.
5. В 1991 г. обычен на постаквальной суше, в 1989 г. единичен; ранее на постаквальной суше не отмечался.
6. На постаквальной суше с конца 1980-х гг. нимфы. В Приаралье развитие на бывшем дне моря замедлено.
7. На постаквальной суше единично с 1991 г. на западном берегу.
8. На материковой постаквальной суше отмечены только нимфы.
9. На материковой постаквальной суше, особенно северной, массовый вид.
10. На постаквальной суше обычен на аристиде, в других биотопах на пырее.
11. Обычно на пырее, на постаквальной суше - на аристиде.
12. На берегу моря вид отмечен Л.Ф. Молотовой (1956), указывающей для прибрежных песков (нынешний внешний склон авантюны) 21 вид полужесткокрылых, - в настоящее время данная фауна беднее.
13. Вид указан у Молотовой (см. выше); автором отмечался в середине 70-х гг.
14. Плавунцы до середины 1970-х гг. постоянно встречались у морского берега, а не только в сезонных водоемах в отдельные годы, как в 1980-1990-х гг.
15. Вид впервые отмечен на острове в 1989 г. только на постаквальной суше, в 1991 г. численность возросла и распространение расширилось. На постаквальной суше обычен на джугуне, на древнеаральской террасе - на верблюжьей колючке.
16. В конце 1970-х гг. преимущественно на авантуне, в начале 1980-х гг. по всем пескам, кроме молодой постаквальной суше; массово на постаквальной суше с конца 1980-х гг.
17. В середине 1970-х гг. преимущественно на авантуне, во влажные годы единично на сниженной равнине; на постаквальной суше закрепляется лишь с развитием вторичного рельефа – заросших кустарниками дюн.
18. В начале 1980-х гг. изредка на солончаках, позже все чаще на постаквальной суше, где стал массовым видом (на острове с конца 1980-х гг., в Приаралье с начала 1980-х гг.), в том числе по разреженным сарсазанникам, где является единственным массовым крупным видом.
19. На бывшем морском дне на сарсазане, по центру острова на биюргуне и итсигеке.
20. Предпочитает саксаул, при его отсутствии на других маревых, в том числе на однолетних солянках.

21. На постаквальную сушу мигрируют гусеницы данного вида перед окукливанием; обычно их гибель на постаквальной суше от перегрева. В связи с выходом на бывшее дно моря курчавки, основного кормового растения данного вида на острове, возможно его закрепление на постаквальной суше при ее дальнейшем зарастании.

21а. Единично миграции самцов на постаквальную сушу.

22. На постаквальной суше группируются у цветущих заразах и астрагалов.

23. Единично мигрируют самцы, самки бескрылы.

24. Молодые гусеницы разносятся ветром на паутинке, самки бескрылы.

25. Вид обычен также на постаквальной суше о. Лазарева и о. Уялы (реже) с начала 1980-х гг.

Виды, представленные на плато и равнине, отмечаются на постаквальной суше преимущественно как мигранты; постаквальная суша для многих из них вполне достижима, но условия на ней не подходят для ее колонизации из-за слабого зарастания и недостатка укрытий. Примерно половина видов, отмеченных на постаквальной суше, обычно на новоаральской террасе. Сходство фауны постаквальной суши с таковой новоаральской террасы максимально.

Таблица 4.2

Анализ распределение членистоногих по профилю о. Барсакельмес

Показатели	Вар.	Элементы профиля (биотопы)					№
		1	2	3	4	5	
Отношение числа видов в данном биотопе к общему числу видов (%)	а)	53.3	80.0	52.0	29.3	6.0	
	б)	55.8	87.2	67.3	50.0	27.6	
Миграционный коэффициент		1.05	1.09	1.29	1.71	4.60	
Доля видов, свойственных данному элементу профиля(100%, строки 1-5), в других элементах профиля (столбцы 1-5)	а)	100	100	41.3	20.0	0.0	1
		66.7	100	45.0	23.3	5.0	2
		42.3	69.2	100	44.9	3.8	3
		36.4	63.6	79.5	100	4.5	4
		0.0	66.7	33.3	22.2	100	5
	б)	100	100	65.5	43.7	24.1	1
		64.0	100	67.6	50.0	27.9	2
		54.3	82.9	100	63.8	27.6	3
		48.7	87.2	85.9	100	32.1	4
		48.8	88.4	67.4	58.4	100	5
Индекс общности Серенсена-Чекановского, % (Чернов, 1975); вариант а) дан справа от пробельной диагонали	а)		80.0	41.8	25.8	0.0	1
	б)	78.0		54.5	34.1	9.3	2
		59.4	76.3		57.4	6.8	3
		46.1	63.6	69.9		7.5	4
		32.3	42.5	39.2	41.3		5

Примечание. Сокращения: вар. – варианты: а) – без учета мигрантов (150 видов); б) – с учетом мигрантов (156 видов); № – номер биотопа (см. элементы профиля 1–5 в табл. 4.1.). Миграционный коэффициент равен отношению в данном биотопе числа всех отмеченных здесь видов, включая мигрантов, к числу ценобионтных, постоянно обитающих в данном биотопе, видов. Индексы общности варианта **а)** выделены **полужирным курсивом**.

Прибойная полоса обособляется от постаквальной суши и других элементов профиля по всем показателям (с учетом мигрантов это обособление, естественно, ниже). Комплекс видов постаквальной суши и новоаральской террасы можно считать общим даже без учета мигрантов; мигранты создают предпосылки для общности фаун постаквальной и древнеаральской террасы.

В том же ключе нами проанализированы данные Т.В. Павленко (1985) по паукам и А.А. Конева (1993) по жесткокрылым острова, характеризующие развитие энтомофауны постаквальной суши в начале 1980-х гг. (табл. 4.3 и 4.4). В эти годы лишь единичные виды колонизировали постаквальную сушу.

Сведение данных, полученных в разное время разными наблюдателями для такого динамичного биотопа, как аральская постаквальная суша, представляется неправомерным, но их отдельный анализ позволил выявить некоторые дополнительные особенности

заселения постаквальной суши членистоногими. Миграционная активность видов не анализировалась.

На постаквальной суше наиболее представлен арахнокомплекс новоаральской террасы. Девять видов (50%) пауков из отмеченных на бывшем дне моря встречены также у бугутов, что определяет сходство фауны пауков постаквальной суши с таковой древнеаральской террасы. Специфика распределения пауков по профилю определяется их большей, чем у насекомых, влаголюбивостью. В начале 80-х гг. встречаемость пауков на постаквальной суше была единичной, для большего их обилия была явно недостаточна трофическая база.

Coleoptera относительно слабо представлены на постаквальной суше. Представительство на постаквальной суше (а особенно – в прибойной полосе) жукелиц выше, а пластинчатоусых (и прочих фитофагов) ниже, чем для фауны Барсакельмеса в целом. Значительное сходство фауны жесткокрылых постаквальной суши с таковой новоаральской террасы максимально сильнее выражено у соответствующих фаун жукелиц.

Таким образом, энтомофаги (жукелицы и пауки из членистоногих) наиболее активно заселяют постаквальную сушу на ранних стадиях ее зарастания, что, однако, выявляется лишь специальными работами, поскольку наиболее заметны на постаквальной суше чернотелки. Фитофаги и фитофилы представлены на этом этапе заселения бывшего дна Арала отдельными видами, что естественно в связи с минимальным его зарастанием.

Таблица 4.3

Распределение пауков (Aranei) по профилю о. Барсакельмес

Показатели	СТАЦИИ (элементы профиля)				
	1	2	3	4	№
процент видов	31.2	79.6	31.2	19.4	*
Доля видов (%), свойственных данному элементу профиля (100 %, строки 1-4) в других элементах профиля	100	65.5	34.5	24.1	1
	25.7	100	29.7	20.3	2
	34.5	75.9	100	34.5	3
	38.9	83.3	55.6	100	4
		36.9	34.5	29.8	1
			42.7	32.6	2
			42.6	3	

Примечание. Условные обозначения элементов профиля (станции): 1 – возвышенное плато, 2 – сниженная равнина (древнеаральская терраса), 3 – грядово-бугристые закрепленные и полужакрепленные пески (новоаральская терраса); 4 – постаквальная суша. № – номер станции (1–4, см. выше). Данных для прибойной полосы Павленко не приводит (пауки в данном биотопе отмечались единично). Проанализировано распределение 93 видов из 105 (исключены синантропные виды).

Миграция крупных членистоногих на постаквальную сушу вплоть до прибойной полосы наблюдалась непосредственно для чернотелок, пустынных мокриц и некоторых чешуекрылых (в том числе гусениц *Eriogaster* sp., обычных на новоаральской террасе). Эпизодическое (сезонное) массовое появление многих иммигрантов с материка наблюдается практически ежегодно. После сильных устойчивых восточных и западных ветров на погонный метр северного и западного берега острова выбрасывает до нескольких тысяч насекомых; преобладают щитники и прусы. Сотнями скапливаются на саксаулах постаквальной суши луговые мотыльки. Десятки и сотни видов стрекоз-коромысел ночуют на саксаулах бордюра северного берега. В большинстве случаев после внезапного появления эти насекомые быстро исчезают или резко сокращают свою численность. Массовое выпадение мигрантов из воздушного потока у прибойной полосы объяснимо береговым эффектом (Хромов, Мамонтова, 1955), связанным с изменением скорости ветра при переходе через береговую линию. На прибойной полосе скапливаются преимущественно виды со слабым полетом, большинство иммигрантов гибнет. После массового выброса пруса в

1989 г. у берега отчетливо ощущался трупный запах разлагающихся насекомых. Гибель хороших летунов (стрекоз Aeshnidae) единична.

Наличие массы разлагающихся насекомых в прибойной полосе повышает численность сапрофитных микроорганизмов и синезеленых водорослей прилегающей акватории. Данные Э.Г. Добрынина, Н.Г. Королевой, Т.М. Бурковой (1990) подтверждают это (материалы 1989 г.) и согласуются с данными за 1990 г. (Добрынин, Королева, 1991). В сентябре 1990 г. в заливе Бутакова численность сапрофитов была в 2.5 раза ниже, чем на Барсакельмесе в июле 1989 г. после выброса пруса (осенью выбросы насекомых минимальны).

Миграционный фон членистоногих в приаральских пустынях (как, очевидно, и в пустынях вообще) достаточен для заселения в течение одного сезона разнообразной энтомофауной любых территорий, однако действительное заселение может происходить лишь при наличии подходящих экологических условий. Конвекционные вихри ("пыльные смерчи"), обычные в пустынях, способствуют вертикальной миграции даже плохих летунов, а частые сильные ветра обеспечивают их дальний перенос. Провести четкую границу между активной и пассивной миграцией летающих видов невозможно. Миграция над сушей из прилежащих к осушке биотопов также идет с участием эолового переноса.

Отсутствие зарастания на постаквальной суше не позволяет большинству мигрантов закрепиться на ней вследствие недостатка питания и укрытий и является серьезным экологическим барьером. Зарастание бывшего морского дна однолетниками (на острове с конца 1970-х гг.) способствует выживанию мигрантов, но не обеспечивает полностью их жизнедеятельность. Кустарниковое зарастание постаквальной суши (с начала 1980-х гг.) создает благоприятные условия для многих видов; в последующие годы эти условия улучшаются, и число видов членистоногих на постаквальной суше острова увеличивается.

Роль членистоногих на постаквальной суше о. Барсакельмес до начала 1990-х годов оставалась незначительной. Существенно, что энтомофаги мигрируют на постаквальную сушу раньше фитофагов. Отмечены вспышки размножения отдельных видов. Повышенную численность имеют огневки *Constantia* spp. в сарсазанниках на осушке 1960/70-х гг.; в 1991 г. многие сарсазановые бугры были почти полностью объедены их гусеницами; на депрессированных саксаулах осушки были массовы галлы *Cailardia* spp. (Homoptera).

Таблица 4.4

Распределение жесткокрылых (Coleoptera) по профилю о. Барсакельмес

Показатели	Стации (элементы профиля)				
	1+2	3	4	5	№
Coleoptera в целом: % видов	78.0	27.1	8.7	12.8	
Доля видов (%), свойственных данному элементу профиля(100%), в других элементах профиля (столбцы 1-5)	100	17.1	5.3	9.4	1+2
Коэффициент Серенсена-Чекановского, %	49.2	100	11.9	8.5	3
	47.4	36.8	100	21.1	4
	57.1	17.9	14.3	100	5
		25.3	9.5	16.2	1+2
		17.9	11.5	3	
			17.0	4	
Scarabidae (Coleoptera) % видов	75.4	15.4	10.8	38.5	
Доля видов, свойственных данному элементу профиля, в других элементах профиля (столбцы 1-5)	100	12.2	10.2	30.6	1+2
	60.0	100	30.0	50.0	3
	71.4	42.9	100	71.4	4
	60.0	20.0	16.0	100	5
Коэффициент Серенсена-Чекановского		20.3	17.9	40.5	1+2
			35.3	28.6	3
				25.0	4
Scarabaeidae (Col.): % видов	70.7	34.1	4.9	7.3	

Примечание. Условные обозначения. Стации (элементы профиля): 1 – возвышенное плато, 2 – сниженная равнина (древнеаральская терраса), 3 – грядово-бугристые закрепленные и полужакрепленные пески (новоаральская терраса); д – дюна (полужакрепленные пески), 4– постаквальная суша, 5– прибойная полоса; 6 – материковая постаквальная суша Арала. № – номер стации (1–5).

Нами проанализировано, с учетом данных А. Конева (1993), распределение по профилю Барсакельмеса 218 видов жесткокрылых, включая 65 видов жуужелиц и 41 вид пластинчатоусых (табл. 4.4). Данные по плато и древнеаральской террасе совмещены (жуков, специфичных для плато, не отмечено).

На постаквальной суше А.А. Конев (1993) отмечает следующие виды жесткокрылых: Carabidae: **Scarites salinus*, **Pogonistes rufoaeneus*, *Amara abdominalis*, *Dichirotrichus ustulatus*, **Metabletus fascimaculatus*, *Cimindis decora*, **C.picta*; Hysteridae: *Xenonychus aralocaspius*; Scarabaeidae: *Trox evermanni*, *Aphodius aralicus*; Tenebrionidae: *Trigonoscelis gemmulata*, *Sternoplax affinis*, *Scleropatrum seidlitzi*, *Gonocephalum pubiferum*, *G. schneideri*, *Microleichenum choresmensis*; Curculionidae: *Phacepharus nebulosus*, *Lixus rubicundus*, *L. flavescens* (звездочкой /*/ здесь отмечены виды, наблюдавшиеся также на прибойной полосе). *Trigonoscelis* обычен для полузакрепленных песков дюн и береговых валов, при засолении которых его постепенно вытесняет (сменяет) *Sternoplax affinis*. На о. Барсакельмес и по северному Приаралью эти виды сосуществуют на постаквальной суше; в восточном Приаралье чаще обитают раздельно.

Возрастание числа видов златок, особенно рода *Sphenoptera*, на постаквальной суше можно ожидать после начала массового угнетения растений. В настоящее время златки только появились на постаквальной суше острова; на восточной осушке Арала отдельные виды массово размножаются.

Разновременность и разнотадийность развития постаквальной суши на различных участках побережья Арала удобна для выяснения индикаторной роли членистоногих, пока неясной для большинства видов; необходимы подробные сравнительные работы, которые позволили бы также уточнить сукцессионные смены энтомокомплексов, которые в настоящее время можно охарактеризовать лишь в самых общих чертах.

Первыми на бывшем дне Арала закрепляются геобионты (эпигеобионты), в основном детритофаги, полифаги и некоторые хищники, при низкой общей численности заселения. Затем, вслед за зарастанием постаквальной суши, появляются фитофилы, в том числе фитофаги, формирующие первый концентр консорций. Постепенно число и объем консорций увеличивается. Зарастание бывшего дна Арала способствует увеличению видового разнообразия всех экологических групп членистоногих на постаквальной суше.

Наступление генеративной фазы развития фитоценопопуляций (на острове с конца 1980-х гг.) привлекает на бывшее дно моря антофилов. Наложение всех этих группировок с частичной их сменой формирует довольно сложную структуру сообществ, последовательно приближающуюся к таковой уже сложившихся сообществ центра острова, но в настоящее время более близкую к структуре сообществ новоаральской террасы и полузакрепленных песков дюны. Распространение видов на постаквальную сушу идет как от прибойной полосы, так и (в основном) от центра острова. Имеет значение и распространение видов вдоль берега, так как заселение и зарастание бывшего дна неоднородно на разных участках побережья.

Формирование консорций и очередность выхода на постаквальную сушу наиболее массовых видов отражены в табл. 4.5. В 1960-х гг. энтомокомплекс постаквальной суши как таковой отсутствовал, а прибойная полоса, очевидно, была обогащена мигрантами из соседних биотопов. В 1970-х гг. слабо заросшая постаквальная суша служит экологическим барьером между прибойной полосой и внутренними биотопами острова. Энтомокомплекс прибойной полосы несколько вырождается. Зарастание однолетними маревыми снижает барьерную роль постаквальной суши, на которой при этом начинает формироваться обедненный энтомокомплекс.

Кустарниковое зарастание постаквальной суши в 80-х гг. создает основу для формирования на осушке консортивных энтомокомплексов и увеличения числа фоновых видов-мигрантов. Замена первичного рельефа вторичным еще больше увеличивает число потенциальных экониш на бывшем дне Арала, быстро заселяемых.

В 1990/2000 гг. на постаквальной суше о. Барсакельмес должны быть совместно представлены энтомокомплексы полузакрепленных песков (включая таковые развивающихся саксаульников и жузгунников) и солончаков, заросших сарсазаном в основании осушки и однолетними галофитами (*Salicornia* + *Suaeda*) у прибойной полосы, при общем росте числа видов. Возможно интразональное распространение на осушке элементов гипсофильных комплексов древнеаральской террасы (преимущественно серополынных). Наиболее вероятно доминирование псаммофитофилов и эпигеобионтов, что сближает характер заселения насекомыми (и зарастания) осушки о. Барсакельмес с таковыми северного и отчасти – восточного Приаралья даже при соединении острова с последним.

Господство почти безжизненных сарсазанников на осушке в результате засоления и дефляции, характерное для юго-восточного Приаралья, по всей видимости не достигнет Барсакельмеса и северного Приаралья, поскольку здесь нет условий для формирования этих обедненных интразональных сообществ.

Напротив, на многих участках современного берега о. Барсакельмес, как и на остальной постаквальной суше северного Приаралья (а также вдоль западного чинка), уже с 1980-х гг. формируются устойчивые псаммофильные и переходные к гипсофильные сообщества, которые постепенно (в рамках вековой смены) могут распространяться к югу. При этом на постаквальной суше (как системе новейших экотонов Приаралья) и сопредельных территориях можно ожидать частичного наложения северотуранских и южнотуранских энтомокомплексов и их видов.

Таблица 4.5

Развитие энтомокомплексов постаквальной суши о. Барсакельмес

А. Энтомокомплексы консорциев (моно- и олигофитофаги)				
Новоаральская терраса				
Atriplex: <i>Coleophora serinipennellannella</i>	Haloxylon: <i>Pseudohadena Thargelia Dericoris Cailardia Cailardia</i>	Eremosparton: <i>Coleophora eremosparti</i> антофилы	Astragalus: антофилы Orobanche: антофилы	Limonium: антофилы Atraphaxis, Artemisia
1-й концентр не выражен				
		Tamarix: <i>Semiothisa, Agdistis, Salebria</i>	Calligonum: <i>Anumeta spp., Sphenoptera beckeri Aleucanitis spp. Heterographis spp.</i>	
			Suaeda: <i>Coleophora</i> sp. антофилы	Salicornia: <i>Coleophora</i> sp. <i>Lixus</i> sp.
Прибойная полоса				
Середина 1970-х гг.		1980-е гг.		Начало 1990-х гг.
Б. Основные фоновые виды				
Эпигеобионты (хищники, детритофаги, полифаги) и фитофилы-полифитофаги				
Новоаральская терраса				
		<i>Myrmeleontidae, Trigonoscelis, Microdera, Aphodius spp., Curculionidae</i>	<i>Tadjikiella</i> sp., <i>Diaphanidus, Dericoris, Rivetina</i>	<i>Galeodes, Apoidea, Sphecidae</i>
← <i>Labidura riparia, Grillotalpa unispina, Cicindela</i> spp. →				
Прибойная полоса				
Середина 1970-х гг.		1980-е гг.		Начало 1990-х гг.

Примечание. Расположение консортивных комплексов и фоновых видов осушки позиционировано между новоаральской террасой и прибойной полосой за период с 1970-х до 1990-х годов.

Заселение членистоногими постаквальной суши острова неоднозначно по его периметру, аналогично растительности и рельефу. Аналогичный юго-восточный профиль осушки острова обеднен гипсофилами (барьером служит береговой уступ) и обогащен антофилами за счет развития группировок верблюжьей колючки, астрагала и эremosпартона. Иммиграция с материка здесь невелика; основу комплекса фитофагов, как и на северной постаквальной суши, составляет энтомоконсорция черного саксаула. Массивы аристиды, доминирующей на востоке острова, бедны насекомыми. Там, где аристида шлейфами проникает в сформировавшиеся псаммофитные комплексы, она является временным укрытием для многих антофилов и мигрантов. Специфика западной осушки определяется характером грунта (крупнозернистые пески) и разреженным зарастанием. Материковые мигранты массовы, но слабо закрепляются на осушке из-за недостатка трофической базы. Южная постаквальная суша острова обеднена энтомологически, при минимальном зарастании. Иммиграция с материка отсутствует, миграция островных гипсофилов минимальна из-за обедненности плато и барьерной функции чинка. Новоаральская терраса не выражена, и формирование псаммофильного энтомокомплекса затруднено.

Преимущество энтомокомплексов постаквальной суши и прилегающих биотопов очевидна. Даже массовая иммиграция с материка оказывает слабое влияние на заселение островной осушки из-за ослабленности иммигрантов, барьерной роли молодой постаквальной суши, экстремальности условий постаквальной суши в целом, несоответствия островной и материковой фаун, проявляющегося даже для северного Приаралья, где обычны лощинно-луговые виды, отсутствующие или крайне редкие на острове.

Материковая постаквальная суша обгоняет в своем развитии островную, в том числе и по формированию энтомокомплексов. Гипсофильные, псаммофильные, галофильные и консортивные островные энтомокомплексы весьма сходны с таковыми северного Приаралья, но не тождественны им.

Энтомопрофили острова не тождественны таковым в Приаралье и наиболее близки к таковым северного Приаралья. Особое значение на острове имеет консорция черного саксаула, практически истребленного в северном Приаралье. По составу она заметно отличается от таковой восточного и юго-восточного Приаралья. Формирование консорций на островной осушке далеко от завершения.

Встречаемость большинства видов членистоногих на островной постаквальной суши заметно ниже, чем на материковой; ниже и интенсивность миграции на островную постаквальную сушу из сопряженных стадий. На незаросшей молодой постаквальной суши материкового берега Арала на свет ручного фонаря ночью летят сотни насекомых, на острове в аналогичной ситуации лишь единицы. Однако по видовому разнообразию материковая и островная постаквальная суша сравнимы. Необходимо их дальнейшее изучение. Фауна членистоногих о. Барсакельмес была намного разнообразнее таковой более мелких островов Арала (Лазарева, Уялы, Манас, Обручева). В настоящее время практически все острова Арала стали полуостровами или слились с материковой осушкой, однако продолжают оставаться островами в зоогеографическом и экологическом плане. Все они, особенно о. Барсакельмес, являются удобными, но вынужденно «невостребованными» специалистами моделями происходящих в Приаралье изменений. Для специалистов они были труднодостижимы всегда и стали практически недостижимы теперь, несмотря на возрастающую значимость сравнительных исследований регионов Приаралья, промедление в которых однозначно ведет к дальнейшему недопониманию ценогенеза в пустынях Северного Турана и господству общих моделей, не имеющих отношения к действительности.

4.2. Развитие материковых береговых профилей Арала и их заселение членистоногими

Бывшее дно Аральского моря представляет собой дестабилизированную зону; на постаквальной суши формирование молодых биогеоценозов происходит почти параллельно с

их деструкцией вследствие быстрого снижения уровня моря, отступления береговой линии, непостоянства водно-солевого состава почвогрунтов и динамичности зарастания (Залетаев, 1989). Начало изменений в зональных экосистемах приморских участков континентальной пустыни связано с заглублением уровня грунтовых вод и пылесолевным с солончаков постаквальной суши. Главнейшими факторами трансформации природной среды являются снижение водообеспечения, засоление и общая аридизация.

Территориальная локализация процессов перестройки биогеоценозов следующая.

1. Формирование молодых экосистем на бывшем морском дне (уникальная модель для изучения формирования экосистем).

2. Аридизация гидрофильных и мезофильных экосистем дельтовых равнин Сырдарьи и Амударьи.

3. Более медленная дигрессивная динамика пустынных экосистем коренного берега.

Значительная роль в развитии быстротекущих процессов средообразования принадлежит донному рельефу, в том числе микрорельефу мелководий, который, оказавшись на дневной поверхности, становится фактором пространственной дифференциации разных типов процесса средообразования и соответственно способствует возникновению мозаичности почвенно-растительного покрова. Рельеф бывшего дна моря на восточном побережье характеризуется слабо выраженной волнистостью поверхности с достаточно регулярным чередованием микроповышений и микрозападин (с превышением 5–7 см). Диаметр тех и других колеблется от 1–1.5 до 2–2.3 м. «При преобладании засоления и уплотнения песков первичного фитозолового рельефа лебеда изреживается и заменяется солянкой Паульсена и сарсазаном между холмокос; проективное покрытие падает до 6–17%; при концентрации грунтовых вод 53–60 г/л» (Вухрер, 1979, с. 99).

В литературе приводятся достаточно подробные локальные описания постаквальной суши Арала при отсутствии ее целостной характеристики. Не собираясь излагать или анализировать эти данные, автор ниже кратко характеризует бывшее дно Арала как биотоп членистоногих суши.

Бывшее дно Арала первоначально представляет собой постаквальную сушу, наследующую подводный рельеф и лишенную растительности, с **первичным рельефом** в виде годовых береговых валов из песка и зостеры высотой около 0.5 м, разделенных засоляющимися и раздуваемыми понижениями. При активном отступании береговой линии первичный рельеф непрерывно возобновляется на молодой осушке Арала. Преимущественно в средней части профиля постаквальной суши на базе первичного рельефа посредством золового переноса (дефляции по солончаковым понижениям и аккумуляции на положительных элементах рельефа и растительности) формируется **вторичный рельеф** осушки с относительными превышениями до 3–5 м, в основании берегового профиля как правило сглаженный. При этом некоторые положительные элементы первичного рельефа служат основой формирования вторичных дюн и барханов, характерных для вторичного рельефа. Молодая постаквальная суша по валам зарастает олигогалифильными однолетними маревыми (*Atriplex tatarica* и *Salsola paulseni*), на понижениях между валами формируются слабозаросшие или незаросшие солончаки; постаквальная суша с вторичным рельефом зарастает галопсаммофильной кустарниковой растительностью (*Tamarix*, *Calligonum*, *Eremosparton*; *Aristida pennata*, *Limonium*), из контактных фитоценозов на основании осушки может распространяться *Haloxylon aphyllum*. Медленно зарастают образовавшиеся барханные поля. Понижения между дюнами засоляются и могут зарастать или обрастать сарсазаном *Halospermum strobilaceum*; при достаточно слабом засолении по выдувам поселяются псаммогипсофиты и галопсаммофиты. Ближе к коренному берегу полузакрепленные пески могут локально переходить в закрепленные. Непосредственно под уступом коренного берега, если он развит, формируются галогипсофильные ценокомплексы при непосредственном влиянии стока с чинка и соседства гипсофильных зональных сообществ, расположенных над чинком. На востоке с бывшим дном моря непосредственно контактируют песчаные пустыни, поэтому формирование гипсофильных сообществ

затруднено.

Благодаря наличию параллельных (антипараллельных) экологических градиентов мозаика ценокомплексов бывшего дна Арала весьма упорядочена и постаквальная суша представляет собой удобный модельный объект для изучения распространения и взаимодействия видов и их комплексов. Геоботанические работы по данному вопросу уже имеются (Вухрер, 1979, 1990).

Процесс формирования энтомокомплексов материкового профиля осушки Арала отражен в табл. 4.6, включающей основные энтомокомплексы одиннадцати элементов (строки 1–11) генерализованного профиля постаквальной суши северного Приаралья. Представлены энтомокомплексы трех уровней: ценоконсортивного (графы 3–4), ценоотического внутриландшафтного (графа 2) и ландшафтного в целом (ландшафт постаквальной суши северного Приаралья; графа 5). В графах 3–4 приведены коннексы, наиболее выраженные на прибойной полосе. Коннекс трактуется по С.В. Викторову (1992) (см. главу 3).

Таблица 4.6

Основные ценоэнтомокомплексы профиля северного берега Арала 1990-х гг.

Порядковый номер и локализация	Ценокомплекс и ведущие виды (на суше – преимущественно эпигеобионты)	Ценоконсорции		Виды с более широким распространением по профилю берега
		Консорто-образователь	Основные ценоконсорты	
1. Прибрежная акватория Арала до 1960-х гг.	Вторичноводный аральский: [Dytiscidae; Hydrophilidae]; Ephydriidae; <Trichoptera>; Chironomidae...			Имаго перечисленных таксонов; мигранты
2. Прибойная полоса (береговой вал)	Морских выбросов на прибойную полосу: Cicindela litoralis, C. deserticola, C. melancholica, имаго Ephydriidae...	Коннекс Cerastoderma	Saprinus sp., мелкие Aranea	Имаго Chironomidae, Tabanidae, Syrphidae
		Коннекс Zostera + Ruppia	Labidura riparia, Gryllotalpa unispina	Мигранты (эпизодически; летающие Insecta); Lycosidae
3. За авандюной (до 1960-х гг.); за береговым валом у берега	Вторичноводный лагунных водоемов:	Группировка, близкая к коннексу	Sigara spp., L Diptera (Ephydriidae; Tabanidae...); L, I Hydrophylidae	Имаго перечисленных таксонов
4. От прибойной полосы или за береговым валом	Влажных приморских солончаков: Clubionidae, Brachinus, Pterostichus	Salicornia, Suaeda	Heteracris, Coleophora sp., Lixus spp., Noctuidae	Coccinellidae, Mantoptera, Calliptamus
5. Средняя часть постаквальной суши	Псаммогалофильный комплекс: Temnorhinus sp. Sternoplax affinis, Trigonoscelis gemmulata, Blaps pruinosa, Lycosidae, Tentiria gigas	Atriplex tatarica Halocnemum strobilaceum Tamarix spp.	Coleophora serinipennella Constantia sp. Agdistis tamaricis	Антофилы; Clytie illunarius
5а. На рубеже 1990/2000 гг., локально	Апplikативный олиго-галопсаммофильный субкомплекс	Phragmites australis	Acrida oxycephala, Locusta migratoria	Calliptamus barbarus
6. Локально в основании осушки; авандюна	Комплекс полузакрепленных песков	Aristida pennata	Ochrilidia pennata	Мигранты (хорошее укрытие) Антофилы
		Calligonum spp.	Anumeta spp.	
7. Основание осушки	Псаммогипсофильный комплекс	Haloxylon aphyllum Atraphaxis spinosa	Cailardia spp., Holcocerus arenicola Sphenoptera, Eriogaster henkei, Heterographis xylinella, H. oblitella	Антофилы

Порядковый номер и локализация	Ценокомплекс и ведущие виды (на суше – преимущественно эпигеобионты)	Ценоконсорции		Виды с более широким распространением по профилю берега
		Консорто-образователь	Основные ценоконсорты	
8. Под береговыми чинками на выдувах и поднятиях, локально	Гипсофильно-интразональный подчинковый комплекс: маревые и угнетенные кустарники	Ценоконсорции не выражены; сложный коннекс	<i>Scorpiones</i> (2 вида), <i>Solifugae</i> (2 вида), <i>Pyrgodera armata</i> , <i>Stephanophorus ferrugineus</i>	Мигранты
9. Новоаральская терраса (аллювиальная; часто альтернативна чинку)	Зональный комплекс закрепленных песков: <i>Diaphandus</i> , <i>Chioneosoma</i> ,	Основные ценоконсорции: <i>Calligonum</i> spp., <i>Atr.spinosa</i> , <i>Halox. aphyllum</i>	См. выше; разнообразие ценоконсортов богаче, но для <i>H.aphyllum</i> не максимально	Мигранты играют подчиненную роль; ряд видов постоянно мигрирует на осушку
10. Береговой чинк	Интразонально-гипсофильная группа ценокомплексов	Ценоконсоции обеднены и слабо выражены	<i>Scutigera</i> sp., <i>Blaps</i> spp.	Мигранты, <i>Iris polystictica</i>
Порядковый номер и локализация.	Ценокомплекс и ведущие виды (на суше – преимущественно эпигеобионты)	Ценоконсорции		Виды с более широким распространением по профилю берега
		Консорто-образователь	Основные ценоконсорты	
11. Древнеаральская терраса (обычно альтернативна береговому чинку)	Зональный эугипсофильный ценокомплекс: <i>Argioper lobata</i> , <i>Rivetina nana</i> , <i>Asiotmethis muricatus</i> , <i>Sphynonotus</i> spp., <i>Ascalaphidae</i> (2 вида), <i>Cyphogenia</i> spp., <i>Blaps</i> spp., . (наиболее представительный энтомокомплекс при относительно небольшом разнообразии фитоценозов); ряд видов мигрирует на осушку	<i>Artemisia terrae albae</i>	<i>Theone silphoides</i> , <i>Cyphocleonus tigrinus</i> , <i>Cucullia</i> spp.	<i>Latroedecta tredcemguttata</i> , <i>Satyris gigas</i> Антофилы
		<i>Anabasis salsa</i>	<i>Colposcelis longicollis</i> , <i>Asiodiplosis</i> spp., <i>Constantia</i> spp. (2 монофага)	
		<i>Haloxylon aphyllum</i> (наиболее богатая ценоконсорция)	Богомолы; <i>Dericoris annulata</i> , <i>Julodis variolaris</i> , <i>Leucochrooms imperialis</i> , <i>Coleophora haloxili</i> , совки <i>Hadeninae</i> ...	Укрытие для иммигрантов
С 1980/90-х гг итсигек, индикатор перевыпаса, местами доминирует в ксероморфных серополынниках (11, 12), что можно расценить и как последствие регрессии Арала		<i>Anabasis aphylla</i>	<i>Coleophora</i> sp., <i>Thalomicra debilis</i> <i>Asiodiplosis</i> spp.,	L <i>Hadeninae</i> (<i>Noctuidae</i>)
Площадь пустыннопирейников (11, 12) сократилась после 1960/70-х гг., что можно расценить и как последствие регрессии Арала		<i>Agropyron desertorum</i>	<i>Aelia furcula</i> , (<i>Cylindromorpha</i> sp), <i>Coleophora</i> sp.	Единственная зональная ценоконсорция
12. Плато над чинком, останцы	Обедненный вариант предыдущего комплекса; фитоценозы ксероформные	Состав большинства ценоконсорций частично редуцирован; встречаемость большинства видов снижена		Иммигранты редки.

Примечание. I - имаго; L – личинки.

Комплексы вторичноводных гидробионтов охарактеризованы в главе 3, как и азональный комплекс артропод прибойной полосы, представленный без учета мигрантов, немногими видами. Локальные варианты энтомокомплекса прибойной полосы следующие:

а) преобладают хищники (*Cicindela* spp.), охотящиеся преимущественно на мигрантов и *Ephidriidae* (основной вариант);

б) преобладают *Ephidriidae*, в отдельных случаях на берегах еще не пересохших морских луж в середине 1980-х гг.;

в) преобладают некробионты и некрофилы, в том числе *Saprinus* sp. (*Histeridae*) и стафилины (локально; например, на берегу зал. Бутакова в 1992 г. на выбросах (*Cerastoderma*).

За береговой линией начинается полоса саликорнии и сведы на влажном солончаке. Летом данное сообщество практически не заселено насекомыми, и растения лишь начинают вегетировать. На о. Барсакельмес аналогичные сообщества, с каждым годом отступающие вслед за береговой линией, остаются минимально населенными и осенью. В пределах северного Приаралья на побережье Малого моря наблюдалась совсем иная картина: на саликорнии и, в меньшей мере, на свезде наблюдалось значительное разнообразие энтомофауны, как правило, неспецифичной для них, однако весьма неожиданной для данного фитоценоза. Здесь в качестве фитофилов обычны 3–4 вида богомолов, 2 вида жуужелиц (зоофитофаги); Clubionidae и Lycosidae (Aranei), охотящиеся на растениях за гусеницами совок; из фитофагов массовы гусеницы совок-хаденин и др., в том числе фитопедофилы с расчленяющей окраской; солончаковые сверчки, стеблевые сверчки *Oecanthus*, кобылки рода *Heteracris*; на почве единично *Scarites salinus*.

Особо выделяется энтомокомплекс Petrosimonia, представленный летне-осенними неспецифичными видами: здесь единичны гусеницы хаденин и масовы *Heteracris*, находящие в густой петросимонии превосходное укрытие; прочие виды единичны. Осенью 1992 г. на постаквальной суше залива Шевченко автором отмечена масса мокриц двух видов (иммигрантов), ранее на материковом берегу не отмечавшихся и более обычных в зональных гипсофильных биотопах; на осушке мокрицы питались отмершими однолетними маревыми, преимущественно прошлогодней петросимонией. Возможно, их миграции способствовало то, что бывшее дно зал. Шевченко имеет мозаичный песчаный покров; более плотные, опесчаненные лишь с поверхности почвогрунты здесь обычны и разбиты сетью полигональных широких трещин; к тому же постаквальная суша здесь граничит с гипсофильными биотопами, тогда как осушка зал. Бутакова и зал. Тще-Бас соседствует с песками Малых и Больших Барсуков соответственно.

Псаммофильный и псаммофильно-галофильный материковый энтомокомплекс северного Приаралья нет возможности характеризовать подробно из-за отсутствия данных по летним сезонам, когда он выражен максимально. Гипсофильный комплекс находится на постаквальной суше в начальных стадиях становления и для сборов полноценных данных необходима длительная работа. Имеющиеся данные приведены в табл. 4.6. Частично возможна интерполяция данных по о. Барсакельмес.

Широким спектром видов представлены псаммофитная ценоконсорция джужгуна (*Calligonum*) и галопсаммофитная – *Tamarix*.

Энтомокомплексы бывшего дна Арала в их взаимосвязи могут быть рассмотрены в виде нескольких эколого-ценотических рядов.

1. Пространственный ряд, от прибойной полосы до коренного берега.

2. Временной ряд, от постаквальной суши 1960-х гг. до молодой постаквальной суши, или, функционально, от случайных группировок мигрантов молодой постаквальной суши до систем консортивных и собственно экологических комплексов, приближающихся к таковым субклимаксных фитоценозов. Этот ряд недостаточно изучен и лишь отчасти может быть восстановлен экстраполяцией современных данных.

3. Гидрофильно-ксерофильный ряд, территориально – от мелководий до максимально обезвоженной средней части постаквальной суши. Стоковое увлажнение с чинка присуще постаквальной суше северного северного и западного берега Арала, направлено навстречу морскому и местами выражено достаточно сильно, в целом уступая остаточному морскому. Наблюдается полный градиент увлажнения, от пересыщения до почти воздушной сухости.

4. Галофильный, гипсофильный и псаммофильный ряды не столь четко выражены по береговому профилю, судя по растениям-индикаторам (Востокова и др., 1962) другой возможности оценить экологическую ситуацию при маршрутных работах автор не имел. Гипсофильные сообщества формируются в основном на выдувах в основании постаквальной суши; псаммофильные максимально развиты в средней её части. Собственно, псаммофильность свойственна в основном для растений, так как незаросшие пески почти не заселяются насекомыми, являющимися по сути *фитопсаммофилами*. Сходным образом

проявляется и галофильность артропод суши: хотя многие виды привлекаются повышенной влажностью воздуха над солончаками, заселение ими незаросших солончаков минимально.

5. Азонально-зональный ряд, от азональной прибойной полосы с широко распространенными ценобионтами через интразональные (пустынно-интразональные) солончаки, выдувы, надувы к зональным (семизональным) псаммофильным ценокомплексам и северопустынным зональным гипсофильным ценокомплексам на серобурых пустынных почвах (бююргуново-полынная экосистема; Кузнецов, 1979а, б). Азонально-зональный ряд (континуум) является интегральным экологическим рядом, объединяющим *все* биогеоценозы суши по показателю зональности, производному от большинства ценотических факторов.

Формирование ценотических комплексов на бывшем дне Арала в процессе ее развития представляет собой уникальную модель для исследований ценогенеза, имеющих фундаментальное значение.

4.2.1. Географические варианты энтомопрофиля материковой постаквальной суши Арала

Полный профиль современного берега Арала (включающий азональные прибрежные биотопы, влажные приморские солончаки, псаммофильные биотопы, перемежающиеся сухими солончаками, гипсофильные и солончаково-гипсофильные биотопы в основании постаквальной суши) представлен лишь на северном берегу моря; при этом псаммофильные биотопы здесь обеднены.

На востоке гипсофильные ценоэлементы редки. Постаквальная суша здесь контактирует с песками приаральских Кызылкумов, но псаммофильные сообщества часто вытесняются солончаковыми. В пески с гипсово-соляной коркой распространяются некоторые береговые виды (жук-скакун *Cicindela deserticola* и др.), обитающие здесь совместно с неспециализированными псаммофилами (некоторые ктыри, чернотелки, муравьи); при сильном засолении в изреженных кочкарных сарсазанниках асолютно доминируют чернотелки *Sternoplax affinis*.

Псаммофильные сообщества на северном берегу Арала расширяют свою площадь из-за эолового переноса; на востоке сокращают ее за счет расширения солончаков; соответственно, некоторые виды псаммофилов (кобылка *Ochrilidia hebetata*, златка *Sphenoptera beckeri*) мигрируют с северо-восточного на северное побережье. Галофильные виды на севере разнообразны (видовое разнообразие галофильного комплекса меньше в сравнении с другими комплексами постаквальной суши), но относительно малочисленны; максимальная их численность наблюдается на востоке за счет миграции видов из новоаральской террасы. Гипсофильные виды сравнительно легко мигрируют на постаквальную сушу северного берега с плато над чинком и с самого чинка, но миграция их на постаквальную сушу восточного берега затруднена.

Стабильный мезогалофильный прибрежный энтомокомплекс формируется как многовидовой лишь при стабилизации уровня Арала, наблюдающейся в пределах Малого моря. На Большом Арале он отодвигается вслед за морем, иногда локален, обособлен от других фитоценозов солончаками или песками, и тогда его заселение членистоногими минимально. На северо-западе (и, очевидно, западе) Арала данный комплекс относительно стабилен вследствие медленного отступления береговой линии при значительном свале глубин и заселен членистоногими почти в той же степени, что и на Малом Арале в условиях стабилизации.

На севере постаквальная суша заросла и заселена насекомыми практически полностью: прибрежная полоса *Salicornia* + *Suaeda* сменяется полузакрепленными, а затем местами и закрепленными песками с кустарниковой растительностью (при наличии солончаков и выдувов); ближе к чинку начинается вытеснение псаммофилов гипсофилами. На востоке в условиях быстрого нарастания берегового профиля со стороны моря имеется довольно широкая незаросшая полоса вдоль берега, на которой встречаются лишь мигранты;

а также значительные массивы эоловых незаросших песков с солончаками в понижениях, особенно на месте бывших заливов. В таких биотопах, кроме мигрантов, отмечены на совершенно незаросших пространствах муравейники с диаметром насыпи около полуметра; заросшие пески находились вне их досягаемости, и трофика муравьев в таких биотопах неизвестна (на насыпях не было обнаружено ни растительных, ни хитиновых остатков; можно предположить мицетофагию).

На северо-востоке к постаквальной суше примыкают тугайные и интразонально-тугайные ценозы, что обуславливает выход на постаквальную сушу Арала тугайных флористических элементов, обычно на уровне отдельных парцелл, а то и ценочек. Тугайные виды насекомых при этом встречаются на постаквальной суше редко, как мигранты или случайные виды. Вдоль русла Сырдарьи на постаквальной суше отмечены некоторые пойменные виды (майка *Meloe* sp., ряд видов клопов, особенно из Pentatomidae и *Lygaeus* sp.).

Отдельные тугайные флористические элементы встречаются по северному чинку Приаралья у родников, единично и здесь выходя на постаквальную сушу 1960-х гг. отдельными ценочек. Специфичные виды насекомых тугаев здесь практически отсутствуют, однако единично встречаются обычные в тугаях широкораспространенные сирфиды, белянки, нимфалиды, сатириды (но не обычные в тугаях голубянки и совки).

4.2.2. Энтомопрофиль бывшего дна Арала как минимаксная биотическая система

Фаунистический максимум постаквальной суши в настоящее время, как правило, приурочен к средней, псаммофитной части постаквальной суши; обычно со сдвигом к её основанию (подчинковой полосе). Последнее отражает прошлое положение фаунистического максимума в основании постаквальной суши, в полосе контакта ее с материковыми зональными ценозами, в начальный период зарастания постаквальной суши. Главный фаунистический максимум совмещен с флористическим и отвечает, в общем, положению наиболее многоярусного фитоценоза с преобладанием кустарниковой и/или древесно-кустарниковой растительности. Сезонно максимально проявление этого максимума в начале лета. Второй фаунистический максимум, в основании профиля постаквальной суши (первый по срокам формирования), деградирует из-за засоления, однако является основным максимумом в весенне-летние феноклиматические сезоны. Третий максимум, в прибрежной полосе саликорнии и сведы, формируется лишь при стабилизации береговой линии и максимально выражен осенью, когда остальные максимумы постаквальной суши не выражены.

Фаунистические минимумы постаквальной суши связаны с незаросшей молодой постаквальной сушей (в настоящее время – только на Большом море; первичный минимум); ленточными солончаками (вторичные минимумы); выдувами и барханами (третичные минимумы); их фауна представлена мигрантами, некоторыми муравьями и (на вторичных минимумы) галофильной чернотелкой *Sternoplax affinis*.

Чередование минимумов и максимумов биотического разнообразия первоначально связано с годичным циклом формирования постаквальной суши (береговой вал и засоленное понижение), который является элементарным минимаксным циклом: зарастание и заселение вала всегда выше, чем последующего понижения. Первичные минимаксные пространственные циклы имеют различную амплитуду биотического разнообразия и складываются на профиле в три минимаксных цикла второго порядка (молодая осушка 1-3-летнего возраста - опесчаненная осушка формирования 1970/80-х гг. – гипсовильно-галофильная и гипсофильно-псаммофильная постаквальная суша формирования 1960/70 - х гг.), которые объединяются в единый минимаксный цикл третьего порядка.

Благодаря миграциям практически весь комплекс видов приаральских пустынь (в том числе тугаев) является источником формирования фауны аральской осушки. Виды с

широкой экологической амплитудой первыми заселяют осушку; виды с активной локомоцией первыми появляются на осушке, но не всегда находят на ней подходящие условия.

Несмотря на то, что общее разнообразие видов приаральских пустынь во много раз выше, чем таковое постаквальной суши, локальное разнообразие видов на единицу площади на осушке может превышать таковое в зональных стациях как вследствие высокой мозаичности биотопов в основании осушки, так и в связи с наложением разных энтомокомплексов (и наличием мигрантов) на стабилизированной молодой осушке, заросшей галофитами.

4.2.3. К функционированию энтомокомплексов постаквальной суши

Узкие фитофаги (олигофаги и монофаги) максимально представлены на осушке, занятой псаммофитами, число видов максимально у основания осушки (сразу за осушкой 1960-х гг., представляющей собой галофитно-гипсофитную мозаику); в 1970/80-х гг. максимальная численность и разнообразие фитофагов наблюдали на постаквальной суше 1960-х гг., до ее засоления и загипсовывания. Полифитофаги распространены по всей заросшей осушке и преобладают в интразональных биотопах при условии их разнообразного зарастания.

Детритофаги распространены по всей постаквальной суше; на слабо заросших участках их численность и разнообразие может быть даже выше, чем на полузакрепленных опесчаненных участках. На влажных приморских солончаках и в саликорнии их численность минимальна; как правило, они встречаются здесь лишь в результате сезонных миграций расселения. Гипсофильные детритофаги единично распространены по всей осушке; наиболее часто они встречаются на постаквальной суше 1960/70-х гг., и нигде на материковой постаквальной суше Арала не достигают высокой численности, подтверждая ее преимущественно псаммофильный характер.

Зоофаги распространены также по всей постаквальной суше; их псаммофильно-гипсофильная избирательность невелика в отличие от мезофильно-ксерофильной: основные группы зоофагов – пауки и жужелицы – предпочитают биотопы с повышенной увлажненностью и наиболее представлены в прибрежных биотопах и в полосе стокового увлажнения под чинком (постаквальная суша 1960-х гг.). Прибойная полоса и молодая увлажненная постаквальная суша не всегда предоставляет условия для высокой их численности и не способствует высокому разнообразию видов; постаквальная суша 1960-х имеет большее разнообразие видов при меньшей их численности. Довольно широко и в значительном количестве представлены на постаквальной суше богомолы, концентрирующиеся в более влажных биотопах (основание осушки и заросли солянок на стабилизированной молодой осушке). Sphecidae (преимущественно *Sphex maxillatus* и *Ammophyla* spp.) встречаются по всей постаквальной суше как антофилы, но закрепляются лишь на постаквальной суше 1960-х гг., а также (с конца 1980-х гг.) на стабилизированной молодой осушке с галофитами (*Ammophyla* sp.).

На постаквальной суше Арала, как и в приаральских пустынях, преобладает ночная активность насекомых даже в осенний период, когда объяснить это температурными условиями невозможно. Очевидно, основная причина кроется в наличии дневных энтомофагов (в том числе рептилий и птиц), а не в экстремальных абиотических условиях.

Сезонная активность энтомокомплексов охарактеризована ниже в рамках феноклиматических сезонов, выделенных на геоботанической основе для о. Барсакельмес (Кузнецов, Бурамбаев; 1976) (см. главу I).

Ранняя весна. Миграция некоторых видов (*Aphodius* spp.) с осушки в зональные биотопы древнеаральской террасы и плато.

Весна. Активны гипсофилы и отдельные виды псаммофилов (а также основные виды прибойной полосы); развитие гусениц *Eriogaster* sp., *Lasiocampa eversmanni* (Lasiocampidae).

Начало лета. Максимальная активность псаммофилов, гипсофилов и прибрежных видов. Развитие большинства ночных гусениц (*Constantia* spp., *Thargelia* spp.).

Разгар лета. Спад активности псаммофильного и гипсофильного комплекса; на осушке нередко именно в это время появляются многие виды гипсофилов из материковых биотопов за счет миграции расселения (в частности, богомола *Rivetina nana*). В северном Приаралье эстивация выражена слабо; лет имаго на свет не прерывается. Открыто живущие личинки редки; преобладают имаго. Характерны дальние миграции многих видов (в том числе тугайных); обычно наличие их на прибойной полосе и единично по всей постаквальной суше.

Вторая половина лета. Частичное восстановление активности, появление имаго ряда видов (например, *Lasiocampidae*) на фоне общего спада активности видов.

Начало осени. Умеренная активность видов зональных комплексов при максимальной активности интразонального прибрежного комплекса видов, связанного с галофитами, в условиях его стабилизации. Активность имаго большинства видов *Lycaenidae*, *Satyridae* и *Lasiocampidae*.

Конец осени. Уход на зимовку; миграция ряда гипсофилов (*Hemilepistus cristatus*, *Aphodius* spp.) на постаквальную сушу (иногда массовая), вплоть до прибойной полосы.

Зима. Спонтанная активность отдельных видов мокриц, пауков, ногохвосток в интразональных биотопах (лощины, берега бугутов) в оттепели; зимняя активность артропод ни разу не отмечена на постаквальной суше.

4.2.4. Индикаторная роль некоторых членистоногих северного Приаралья

Для большинства видов артропод Приаралья их биология и этология изучены недостаточно, чтобы уверенно говорить об их индикаторном значении. Отмечу лишь несколько видов артропод, индикаторная роль которых представляется достаточно определенной в пределах северного Приаралья.

Преобладающий на плотных глинистых гипсоносных почвах скорпион *Mesobuthus eurpeus* явно тяготеет к влажным биотопам. Как норному и роющему виду, ему здесь всегда доступны топические ниши с насыщенной водой атмосферой. Этот скорпион обычен также на изначально смежных прибойной полосе и подножье береговых чинков. После формирования сухой опесчаненной осушки эти биотопы оказались разделенными; при этом встечаемость желтого скорпиона у прибойной полосы снизилась, сохраняясь под чинком, но преимущественно вблизи повышенного увлажнения за счет подчинкового стока, не зависящего от уровня и солености Арала. Повышенная встречаемость желтых скорпионов может служить маркером мест повышенного стока с чинка и локального подъема грунтовых вод умеренной солености, а также загипсовывания почвогрунтов постаквальной суши.

Сольпуги на молодой осушке наблюдаются преимущественно вблизи протяженных, пересекающих постаквальную сушу, глинистых конусов выноса с чинка, облегчающих их миграцию (как и ряда других преимущественно гипсофильных видов).

Мигранты-монофитофаги (или олигофитофаги, явно предпочитающие питаться на одном из видов растений), могут способствовать выявлению на постаквальной суше не свойственных ей или редких растительных группировок. Так, сбор на осушке имаго *Thalomicra debilis* (Noctuidae), гусеница которой развивается в галлах на *Anabasis aphylla*, позволила автору обнаружить на песках постаквальной суши северо-западного Приаралья плотные локальные заросли этого преимущественно гипсофильного маревого, а обнаружение обычного в саксаульниках *Julodis variolaris* (Buprestidae) на тамариксах осушки у горы Бультун указало на ближайшие саксаульники на чинке. Обнаружение *Papilio machaon* (Papilionidae) в начале лета почти всегда связано с обширными группировками видов ферул, на которых преимущественно питается первое поколение его гусениц. *Agdistis tamaricis* (Pterophoridae) распространяются на бывшее дно моря лишь при наличии тамариксового зарастания, виды *Anumeta* – при наличии жузгунов *Calligonum* spp.

Жуки-скакуны *Cicindela* spp., кроме *C. schrenki*, специфичного для гипсофильной биюргуново-серополынной экосистемы, распространены преимущественно в прибойной полосе Арала и временных водоемов (Пирюлин, 2002) и могут указывать на близость последних. Лет на свет имаго мелких водных кориксид, преимущественно рода *Sigara*, и гидрофилид (преимущественно рода *Berosus*) в настоящее время, в связи с практически полным отсутствием водных насекомых в самом Арале, указывают на близость олигогалинных водоемов.

Чернотелка *Sternoplax affinis* связана с молодыми засоленными песками; на Барсакельмесе этот псаммогалофил, редкий в полужакрепленных эоловых песках авандюны, распространился на осушку на несколько лет раньше обычной на авандюне псаммофильной чернотелки *Trigonoscelis gemmulata*, сразу после локального зарастания осушки лебедой *Atriplex tataricum*. Численность *Sternoplax affinis* возросла еще больше при формировании в основании осушки солончаков с сарсазанниками. Позже, на этапе формирования вторичных дюн и древесно-кустарникового зарастания постакавальной суши Барсакельмеса, оба вида обитали на осушке совместно, но *S. affinis* преобладал в лебедовниках. На менее опесчаненной и быстрее зарастающей материковой осушке северного Приаралья *S. affinis* остался более редким видом, чем *T. gemmulata*, но при господстве сарсазанников на осушке юго-восточного Приаралья *S. affinis* доминировал.

4.3. Итоги и перспективы становления и развития энтомокомплексов на бывшем дне Арала в пределах северного Приаралья

Ландшафтогенез и биоценогенез на постакавальной суше Арала, начавшиеся с конца 1950-х гг., изучены не на всей территории Приаралья и далеко не полно. В наименьшей степени выявлена энтомологическая составляющая этого единого в основе своей процесса. В отличие от деструкции экосистем Арала, экосистемы постакавальной суши развивались и продолжают развиваться от азонального состояния к зонально-пустынному. Развитие зонально-северопустынных элементов в северном Приаралье обгоняет аналогичный процесс на востоке и юге Приаралья. При этом близкое к зональному субклиматическому состояние осушки даже в северном Приаралье за прошедшие полвека достигнуто лишь локально.

Оценка этого процесса на постакавальной суше приводится на примере формирования фауны насекомых на береговом профиле у горы Бультун (полуостров Коктырнак). Данный профиль (Пирюлин, 1998а) складывается из 6 основных ландшафтных выделов: возвышенного плато над чинком с оползнями и древнеаральской террасой (1); узкой новоаральской террасы, отделённой двойным галечниковым валом от полосы высохшего дна Арала (2); основания высохшего дна, представленного в трех альтернативных вариантах: полосой подчинковых солончаков, выдувами на месте солончаков или поднятыми грядами (3); его средней части с многолетним тамариковым, реже псаммофильно-кустарниковым зарастанием (4); недавно высохшего дна с однолетним зарастанием (5) и прибойной полосы с валом выбросов зостеры и раковин двустворчатых моллюсков (6). Высвобождение суши при современной регрессии Арала примерно датируется для выдела 3 – рубежом 1950/60-х гг., для 4 – 1970/80 гг., для 5 – 1980/90 гг., для 6 – 1994/96 гг. Выделы 1 и 2 более древние и не связаны с современной регрессией Арала (подробнее элементы профиля перечислены в табл. 4.7). Число видов артропод (из 51 отмеченного) максимально в выделах 4 (27 видов) и 3 (21 вид).

Пространственный ряд станций берегового профиля у горы Бультун

Позиция	Элементы и субэлементы профиля	Тип рельефа
1.	Плато:	–
1.1.	дефляционный склон плато:	V
1.1.2.	дефляционная терраса:	V
1.1.3.	суффозионные промоины:	IV
1.1.3.1.	открытые,	IV
1.1.3.2.	закрытые:	IV
1.1.3.2.1.	стоковые микроводоёмы;	IV
1.2.	оползни:	IV
1.2.1.	гряды оползней,	IV
1.2.2.	межгрядовые понижения;	IV
2.	новоаральская терраса:	П
2.1.	подчинковая полоса,	П
2.2.	двойной древний галечниковый береговой вал;	П
	<u>Бывшее дно Арала (постаквальная суша):</u>	П
3.	основание полосы высохшего дна Арала:	П
3.А.	ленточные подчинковые солончаки,	V
3.В.	выдувы на месте солончаков,	V
3.С.	поднятые гряды высотой до 4–6 м;	III
4.	средняя часть бывшего дна Арала с многолетним зарастанием:	П
4.1.	тамариково-кермеково-серополынный комплекс:	П
4.2.	ленточные тамариксники по дюнам:	П
4.2.1.	ленточные серополынные под защитой тамариковых гряд;	П
4.2.2.	кермеково-разнотравный комплекс между грядами тамарикса; П	
4.3.	псаммофильно-кустарниковый комплекс,	П
5.	молодая постаквальная суша с однолетним зарастанием:	I
5.1.	полоса петросимонии,	I
5.2.	линии надвига льда,	(I)
5.3.	валы раковин моллюсков с преобладанием церастодермы,	I
5.4.	2-я полоса саликорнии со сведой;	(I)
6.	прибойная полоса:	(I)
6.1.	вал зостеры,	(I)
6.2.	вал раковин моллюсков с преобладанием церастодермы,	(I)
6.3.	фильтрационные (лагунные) микроводоёмы,	(I)
6.4.	1-я полоса саликорнии со сведой	(I)

Примечание. I – первичный (морской) рельеф морского дна; II – вторичный (эоловый) рельеф; III – третичный (гидротектонический) рельеф; IV – эрозионно-суффозионный, V – дефляционный.

В табл. 4.8 приведено распределение Arthropoda по ценоотическим группировкам данного профиля (нумерацию элементов профиля см. выше).

Наиболее богатые комплексы артропод сформировались в зональных серополынных элементах профиля 3б – 18 видов (табл. 4.8); серополынных, тамариксниках и кермечниках элемента профиля 3 – 14–15 видов; в полосе саликорнии со сведой элемента профиля 5+6 – 8 видов. Наиболее обеднены видами полосы выдувов, джужгунники, аристиники и валы зостеры, носящие интразональный характер. По комплексам артропод наиболее близкими к зональным северопустынным оказались некоторые сообщества ландшафтных комплексов (элементы профиля 3 и 3б), в первую очередь недавно начавшие формироваться под защитой тамариковых гряд и гряд гидротектонического подчинкового поднятия бывшего дна моря серополынные (3б). Здесь отмечены, в частности, характерные для зональных серополынных палочник *Gratidia bituberculata* и пяденицы *Aglossochloris fulminaria*, *Euchrostis herbaria*. Переходная фауна артропод характерна для сообществ молодой осушки и азональная – для прибойной полосы (элемент профиля б) .

Очевидно, что по прошествии 20–25 лет после ухода моря на бывшем морском дне уже формируются сообщества, близкие к пустынным, а через 30–35 лет здесь закрепляются

некоторые эдификаторы субклимаксных растительных ассоциаций и начинают формироваться характерные для них энтомокомплексы и консорции (табл. 4.9).

В условиях относительной стабилизации уровня, характерного для Малого Арала в последние годы, субклимаксные ценоэлементы, занимающие пока менее 1/10 площади бывшего дна, имеют возможности для дальнейшего распространения и развития. При непрерывном падении уровня Арала формирование субклимаксных ценоэлементов становится более затруднительным и долговременным.

На подчинковом профиле южного берега о. Барсакельмес ценогенез шел медленнее и иначе, чем на осушке северного берега острова с террасированным основанием. На материковых профилях высокие чинки чаще способствуют зарастанию и заселению осушки, чем затрудняют его. Чинк аккумулирует снег, а суффозионные каналы предотвращают испарение воды и пролонгируют ее сезонный сток, влияние которого уже обсуждалось. Кроме того, обрыв чинка действует как гигантская «оконная ловушка», задерживающая активных мигрантов на основании осушки или вблизи от нее.

Таблица 4.8

Распространение членистоногих по береговому профилю у горы Булытун

Элементы профиля	6	6+5	6	5	4	3	3	3а	3а	3б	3б	3	1	1
	Ценогруппы													
Виды	(Z)	SS	(C)	PS	T	Ata	L	Ar	C	Ata	Cl	в	H	As
<i>Mesobuthus eupeus</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Orthochirus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Galeodes caspius</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eresus niger</i> , самцы	-	+	+	+	-	+	+	?	-	?	?	-	-	-
<i>Collembola</i> , gen. sp.	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tadzikiella</i> sp.	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Gratidia bituberculata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	2	-	-
<i>Decticus verrucivorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Pyrgomorpha bispinosa</i>	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	2	-	-
<i>Dericoris annulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pyrgodera armata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ochrilidia hebetata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Anechura asiatica</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	5	-	-
<i>Cailardia</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cicindela litoralis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calosoma deserta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Coccinella 7-punctata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i> (многоточ.)	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Julodis variolaris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	4	+	-
<i>Sternoplax</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Stephanophorus verrucosus</i> Gebl.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Chioneosoma</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scarabaeus typhon</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonocephalus</i> sp.	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Colpascelis longicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Anatolica</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tentiria gigas</i>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocnera pilicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	2	-	-
<i>Blaps</i> sp.1	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Blaps</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blaps</i> sp.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	2	-	-
<i>Microdera gracile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Cyphogenia</i> sp.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Adesmia gebleri</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zophosis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Euchromius</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Agdistis tamaricis</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Loxostege sticticalis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Элементы профиля	6	6+5	6	5	4	3	3	3а	3а	3б	3б	3	1	1
<i>Papilio machaon</i> , 1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
Lycaenidae	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Vanessa cardui</i>	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Euchrostis herbacea</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	2	–	–
<i>Rhodometra sacraria</i>	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aglossochloris fulminaria</i>	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	2	–	–	–
<i>Aspilates mundataria</i>	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	2	–	–
<i>Clytie illunarius</i>	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Malacosoma castrensis</i>	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Orgia dubia</i> , 1	–	–	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aleucanitis</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Ammophyla</i> sp.	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ephydriidae	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего видов:	3	8	4	13	15	15	14	2	1	18	14	2	4	1

Примечание. Нумерация элементов профиля пояснена выше в тексте (новоаральская терраса, элемент 2, не представлена в таблице, поскольку обследована недостаточно и слабо выражена на профиле). 3а – опесчаненный участок в пределах вторичного рельефа высохшего дна Арала (псаммофильное зарастание); 3б – поднятый участок высохшего дна Арала. – *Центотические группировки (ассоциации, группы ассоциаций и коннексы):* (Z) – "танатоценоз" (коннекс) зостеры, прибойная полоса; SS – полоса *Salicornia* + *Suaeda*; (C) – "танатоценоз" (коннекс) *Cerastoderma*; PS – *Petrosimonia pallasii* + *Salsola* sp. T – *Tamarix* spp.; Ata – *Artemisia terrae-albae*; L – *Limonium* sp.; Ap – *Aristida pennata*; C – *Calligonum* sp.; Cl – *Climacoptera* sp.; H – *Haloxylon aphyllum* на оползнях; As – *Anabasis salsa*; в – незаросший выдув под чинком и смежные биотопы.

К факторам, определявшим общий характер и особенности ценогенеза в северном Приарае до 2000-х гг., следует отнести следующие.

1. Относительно быстрый рост глубин от стандартного уровня Арала (+53 м) обеспечил относительно медленный прирост площади осушки, а более сильная промывка почвогрунтов осадками (включая сток с чинков) и эоловый вынос солей ограничил засоление.

2. Лопастной характер берега и наличие береговых чинков, снижавших дефляцию и песчаную поземку, противодействующую зарастанию осушки, без которого невозможна иммиграция животных (в частности артропод) и формирование полночленных биоценозов.

3. Мозаичность и комплексность пустынь северного Приаралья облегчила природный подбор (занос) видов, способных сформировать переходные к зональным сообщества на разных стадиях и в разных вариантах регионального и локального биоценогенеза.

4. Господство в северном Приаралье глинистых пустынь с практически полным поверхностным стоком, на которые падение уровня Арала и эоловый перенос солей оказали минимальное, почти неощутимое влияние, обеспечило максимальное сохранение контактных с осушкой биоценозов.

5. Некоторую положительную роль в стабилизации зарастания молодой осушки оказала частичная стабилизация Малого Арала (связанная с искусственным увеличением стока в него Сырдарьи), усилившая зарастание и заселение артроподами постаквальной суши со стороны моря.

6. Возникновение локальных подчинковых поднятий, предположительно гидротектонической природы, глинистых гипсоносных грунтов, облегчает формирование в основании осушки гипсофильных сообществ (Пирюлин, 1998а). (Табл. 4.7, 4.8).

7. Глинистые конусы выноса с чинка, прежде уходившие в море и частично перекрытые морскими осадками, теперь часто обнажены дефляцией и стали путями прямого (но локального) распространения на осушку артропод гипсофильных биоценозов вплоть до прибойной полосы. (Табл. 4.8).

8. Формирование обширных аппликативных тростниковых зарослей, перекрывающих тамариксники центральной части осушки (Пирюлин, 2003) и обязанных своему

происхождению подземному стоку с чинка (величина которого раньше, очевидно, недоучитывалась). (Табл. 4.9).

9. Возникновение на Малом Арале опресненных (5–7 г/л) лагунных водоемов с внутренней стороны щелочистых береговых валов с характерной, хотя и обедненной олигогалинной энтомофауной. Отмечены личинки и имаго мелких клопов семейства Corixidae (преимущественно *Sigara* spp.), Hydrophylidae из водных жесткокрылых, Syrphidae (*Eristalis* spp.) и Ephydriidae из двукрылых.

Таблица 4.9

Трансформация энтомокомплексов и берегового профиля северного Приаралья

Террасы и элементы профиля	Этапы трансформации берегового профиля и энтомокомплексов северного Приаралья.			
	I этап (конец 1950-х-1960-е годы)	II этап (1970-е годы)	III этап (1980е - 1990-е годы)	IV этап (2000-е годы)
Энтомо-профиль	Депрессия амфигидробионтов	Изоляция прибрежной группировки	Заселение осушки эпигеобионтами	Локальное наличие на осушке всех группировок артропод
Древняя аральская терраса	Сохранение исходных <u>зональных северопустынных гипсофильных биоценозов</u> с их энтомогруппировок; сокращении пырейников и незначительно прогрессирующее обеднении ряда интразонально-интерзональных группировок артропод стоковых водоемов (бугутов)			
Новая аральская терраса	Пересыхание лагун, отмирание тростниковых зарослей и исчезновение их энтомокомплексов.	Сохранение (I-IV) исходных <u>зональных псаммофильных биоценозов</u> ; формирование солончаков на месте лагунных водоемов, их частичная дефляция и зарастание галофитами; незначительное увеличение роли галофильных интразональных биоценозов и их энтомокомплексов; формирование популяций отдельных южных видов (<i>Sphenoptera beckeri</i>), ранее на юге С.Приаралья (о.Барсакельмес) не отмеченных		
Бывшее дно Арала (новейшая аральская терраса)	Локальное формирование осушки как <u>азонального</u> элемента профиля	<u>Азонально-интразональный</u> элемент. Сплошное формирование осушки как негативного экотона, при дефляции и зарастании превращается в ряд параллельных +/- микроэкотонов. Заселение членистоногими минимально и эпизодично (иммиграция и гибель)	Господство тамариксового зарастания, масса Agdistis tamaricella; быстрое заселение эпигеобионтами при медленном формировании консорций. <u>Семизональный</u> характер осушки. Медленное проникновение отдельных видов зональных стадий на основание осушки	В основании осушки псаммо- и гипсофильные <u>энтомокомплексы, близкие к таковым зональных стадий</u> . Поперечные ценохоры (заросли тростника с <i>Acrida oxycephala</i> , <i>Locusta migratoria</i>) и геохоры (конусы выноса лощин чинка) увеличивают мозаичность осушки, облегчая ее заселение артроподами. Опреснение лагунных водоемов за счет подземного стока и заселение их амфигидробионтами
		Мезогалофитное прибрежное зарастание (в основе Salicornia + Suaeda) с обширным сборным энтомокомплексом (<i>Heteracris</i> , Coccinellidae...), наиболее развитое и обособленное на III этапе		
Прибойная полоса	<u>Азональный</u> элемент профиля. Характерные группировки хищников (<i>Cicindela</i>) и детритофагов (<i>Labidura giraria</i> , <i>Grylotalpa</i>) сохраняются постоянно, наиболее разнообразны на I этапе, обеднены на II-III этапах, более разнообразны на IV этапе. – Обычны мигранты. – Опреснение лагунных водоемов и заселение их олигогалинными и полигалинными насекомыми			
Акватория Арала	Водные насекомые обычны или массовы	Насекомые редки; хищным нет корма	Водные насекомые гибнут при заносе	Только единичные личинки хирономид

Полученные данные свидетельствуют о распреснении почвогрунтов осушки и начале ее поперечной ценогической дифференцировки, т. е. о разрушении системы параллельных морскому берегу микроэкотонов, господствующих на постаквальной суше. При этом

формируется двумерная мозаика гидрофильных, гигрофильных, галофильных, псаммофильных и гипсофильных ценохор и микроценохор; роль зональнопустынных, в частности гипсофильных артропод, на осушке возрастает (Пирюлин, 2003).

Новые данные о средневековой регрессии Арала свидетельствуют в пользу правильной трактовки воздействия на ценогенез выявленных в 1990–2000-х гг. факторов. Обнаружение субфоссильных зрелых саксаульников с субсенильными особями (залив Тше-Бас, отметка около +32 м), соседствующих с остатками тростниковых зарослей у бывших опресненных водоемов (лагун или отчленившегося залива) с пресноводными Anodontinae (*Bivalvia*) и *Lymnea staghalis* (Pulmonata), а также массой пресноводно-олигогалинных Ostracoda (устное сообщение Н.В. Аладина) приводит к выводу о возможности дальнейшего распресснения почв, усиления ландшафтно-ценотической мозаичности и возникновения пресных водоемов на постаквальной суше северного Приаралья по мере снижения воздействия Арала на постаквальную сушу, на которой в полной мере задействуются все механизмы ландшафтогенеза и ценогенеза северных пустынь (*глава 1*).

Следует, однако, учесть три обстоятельства.

1. Средневековая регрессия Арала, продолжавшаяся более 3 веков (XIV–XVII вв.; Лымарев, 1967), позволяет предполагать, что длительность естественного восстановительного ценогенеза на постаквальной суше составляет 1–2 века.

2. Современная постаквальная суша частично унаследует палеорельеф средневековой регрессии, перекрытый морскими осадками и высвобождаемый размывом и дефляцией, что может ускорить современный ландшафтогенез и ценогенез.

3. Однако черный саксаул настолько истреблен в северном Приаралье человеком, что восстановление черносаксаульников как наиболее полночленных сообществ единственной лесной формации Приаралья проблематично, несмотря на наличие саксаула как вида в составе других фитоценозов.

С учетом перспектив естественного восстановления пустынь Приаралья на постаквальной суше существовавшие (и существующие) проекты техногенного «спасения» или восстановления Арала представляются не менее внеэкологичными, чем техногенная регрессия Арала. Однако подобные проекты все время пытаются реализовать без соответствующего синэкологического обоснования как чисто социальные, а не экологические мероприятия, без учета их негативных отсроченных последствий. Человек не раз уже создавал азональные пустыни, не пригодные для большинства форм жизни (в том числе для человека), во всех природных зонах. Любая зональная пустыня является природной экосистемой, которая легче большинства других экосистем может быть опустынена неадекватным природовользованием и труднее восстанавливает свое исходное состояние (особенно если этому мешает очередная концепция создания на ее месте цветущего сада). При дальнейшем техногенном опустынивании Приаралья (где уже стоят нефтяные вышки) человек вскоре уже не сможет положительно реализовать там свой ограниченный урбанизацией разум, а жизнь пустыни – потенциал своего уникального, но уязвимого биоразнообразия.

Автор (вслед за многими натурфилософами и экологами) считает, что человеку вместо тысячелетних разговоров о том или ином сценарии спасения рода человеческого пора учитывать, исследовать и реализовывать всякую возможность восстановления экологической целостности жизни как становления предельно возможной сопричастности всему живому (Швейцер, 1992). Концепция А. Швейцера (см. «Введение») может быть принята как экологический аналог принципа «не навреди» в медицине при любом естественнонаучном исследовании.

На материковой постаквальной суше Арала формируются энтомокомплексы, близкие к зональным пустынным. На молодой 1–2(3)-летней постаквальной суше (особенно при стабилизации береговой линии) представлен азональный прибрежный энтомокомплекс. Тугайные комплексы представлены на осушке незначительно.

Азональные комплексы аппликативно замещаются псаммофильными пустынными, в свою очередь сменяемыми гипсофильными.

Под влиянием засоления формируется интразонально-зональная галофильно-псаммофильная и галофильно-гипсофильная мозаика комплексов. В первом приближении энтомокомплексы соответствуют фитоценоотическим комплексам за счет первых концентров консорций эдификаторов.

На северном береговом профиле Арала формируется более полночленный азонально-зональный псаммофильно-галофильный профиль с галофильными включениями; на востоке развит преимущественно псаммофильный профиль с соответствующими энтомокомплексами; азональные и особенно гипсофильные зональные элементы представлены минимально.

Энтомокомплексы материковой постаквальной суши более представительны, чем таковые островов Арала. Миграции играют важную роль в формировании энтомокомплексов и их взаимопроникновении. Так, на опесчаненной постаквальной суши северного берега Арала псаммофильные энтомокомплексы формируются за счет проникновения ряда псаммобионтов из пустынь восточного и юго-восточного Приаралья.

Прогрессирующее засоление песков восточной постаквальной суши Арала резко снижает разнообразие энтомофауны: на солончаках отмечается на 1-2 порядка меньшее число видов.

Вторичноводный энтомокомплекс как таковой на Арале отсутствует в связи с его осолонением и представлен лишь мигрантами. Амфибиотический энтомокомплекс сократился по разнообразию и численности большинства видов; отдельные виды (мухи-береговушки) дали вспышку численности на мелководье и во вторичных водоемах у прибойной полосы в первой половине 1980-х гг. и позже были депрессированы высокой соленостью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ конкретных фаун Myrmelentidae (Neuroptera) и других групп насекомых позволяет выделить в Приаралье пять биогеографических районов, непосредственно окружающих Аральское море и относящихся к Приаральской подпровинции северного Турана: северное Приаралье (включая о. Барсакельмес); восточное Приаралье (дельта и долина Сырдарьи), юго-восточное Приаралье (Северные Кызылкумы); южное Приаралье (дельта и долина Амударьи) и западное Приаралье (приаральская часть плато Устюрт) (см. рис. 1). Их фауны имеют уровни сходства 40–68 % и надежно отличаются от соседних фаун Прикаспия и Южного Турана; район дельты Амударьи (Южный Туран) фаунистически обособлен от остальных районов. Граница наиболее изученного северного Приаралья охватывает с запада южную часть Больших Барсуков, с юга – полуостров Куланды и о. Барсакельмес, далее уходя на северо-восток от низовий Сырдарьи до нижнего течения Иргиза – Тургая; на севере по границе пустыни доходит до Больших Барсуков и замыкается на их западной окраине.

Формирование современной фауны Приаралья рассмотрено на примере Myrmeleontidae (Neuroptera). С олигоцена территория Приаралья заселялась древнесредиземноморскими неморальными и степными видами муравьных львов, часть которых (например, виды рода *Myrmeleon*) уже в плиоцене были вытеснены пустыней. По полуаридным и древнепустынным ландшафтам в неогене на территорию Приаралья распространились древнесредиземноморские сахаро-гобийские, турано-гобийские и тетийские виды; в конце неогена (плиоцен) на молодой аллювиальной равнине Аральской депрессии закрепились ирано-туранские и туранские пустынные виды, завершив формирование основы современной фауны Myrmeleontidae Приаралья. Собственная теплоумеренная северотуранская фауна сформировалась за счет полусубтропических предков в плейстоцене. Отмечено обеднение фауны муравьиных львов за последние сто лет на 5 видов (13 %), что может расцениваться как следствие экологического кризиса на Аральском море.

Гидробиоты Сырдарьи, Амударьи, Аральского моря и сезонных водоемов составляли в прошлом единый биотический континуум, в настоящее время распавшийся на пресноводный, галофильный, галотолерантный и гипергалинный комплексы. Четыре фауны водных организмов Арала [привносная речная пресноводная на опресненных участках акватории; аридная олигогалофильная, включающая адаптированные к пересыханию виды сезонных водоемов, способные к ангидробиозу и миграциям; галофильная собственно морская и гипергалинная култучная, эволюционно связанная с пресноводной (последние две – с минимальным участием насекомых)] альтернативно и обратимо доминировали в истории Арала. Олигогалофильные и галотолерантные виды водных насекомых, способные к миграции, наряду со способными к ангидробиозу ракообразными, являются ядром фауны артропод сезонных водоемов, наиболее представленной в бугутах и представляющей более целостной и стабильной. Фауна сезонных водоемов наиболее характерна для северного Приаралья.

Материковая постаквальная суша обгоняет в своем развитии островную, в том числе и по формированию энтомокомплексов. Гипсофильные, псаммофильные, галофильные и консортивные энтомокомплексы Барсакельмеса весьма сходны с таковыми северного Приаралья, но не тождественны им.

Главный фаунистический максимум совмещен с флористическим и отвечает, в общем, положению наиболее многоярусного фитоценоза с преобладанием кустарниковой и/или древесно-кустарниковой растительности. Сезонно максимально проявление этого максимума в начале лета. Второй фаунистический максимум, в основании профиля постаквальной суши (первый по срокам формирования), деградирует из-за засоления, однако является основным максимумом в весенне-летние феноклиматические сезоны. Третий максимум, в прибрежной полосе саликорнии и сведы, формируется лишь при

стабилизации береговой линии и максимально выражен осенью, когда остальные максимумы постаквальной суши не выражены.

Чередование минимумов и максимумов биотического разнообразия первоначально связано с годичным циклом формирования постаквальной суши (береговой вал и засоленное понижение), который является элементарным минимаксным циклом: зарастание и заселение вала всегда выше, чем последующего понижения. Первичные минимаксные пространственные циклы имеют различную амплитуду биотического разнообразия и складываются на профиле в три минимаксных цикла второго порядка (молодая осушка 1–3-летнего возраста – опесчаненная осушка формирования 1970–80-х гг. – гипсофильно-галофильная и гипсофильно-псаммофильная постаквальная суша формирования 1960–70-х гг.), которые объединяются в единый минимаксный цикл третьего порядка.

На основании постаквальной суши Арала формируются энтомокомплексы, близкие к зональным пустынным. На молодой 1–2(3)-летней постаквальной суши (особенно при стабилизации береговой линии) представлены азонально-интразональные прибрежные комплексы. В ходе ценогенеза азональные комплексы аппликативно замещаются псаммофильными пустынными, в свою очередь сменяемыми гипсофильными. Прогрессирующее засоление песков восточной постаквальной суши Арала резко снижает разнообразие энтомофауны: на солончаках отмечается на 1–2 порядка меньшее число видов.

Природная специфика северного Приаралья практически повсеместно обеспечила к 1990-м гг. значительное восстановление непрерывности зарастания постаквальной осушки, разорванной в 1970-х гг. экотонем барьерного типа в виде незаросшей опесчаненной полосы осушки, подверженной усиленному перевеванию и непреодолимой для многих иммигрирующих на осушку членистоногих. Остаточные микроэкотоны уже не могут препятствовать восстановлению северопустынных энтомокомплексов на постаквальной суши северного Приаралья. Данные 1990–2000-х гг. свидетельствуют о начале поперечной ценотической дифференцировки осушки, т. е. о разрушении параллельных берегу экотонов при общем усилении мозаичности и размежевании азонально-интразональных и зональных элементов. Характер осушки сближается с таковым североприаральских пустынь; заселение ее зональнопустынными (в частности, гипсофильными) артроподами возрастает и качественно, и количественно. При этом повторяются некоторые особенности ценогенеза времен средневековой регрессии Арала.

На заключительной фазе современного ценогенеза на постаквальной суши неизбежно проявятся негативные последствия антропогенного влияния на современные пустыни северного Приаралья (в частности, истребление саксаульников). В отношении артропод в первую очередь следует ожидать неполного восстановления исходных консортивных энтомокомплексов. На примере Арала, в частности, человек может и должен понять, что любая пустыня может быть опустынена до необратимого состояния. Вместо разговоров о принудительном спасении природы жизненно необходимо учитывать и исследовать всякую реальную возможность содействия ее восстановлению, в том числе восстановлению целостности жизни как становления предельно возможной сопричастности человека всему живому.

Выводы

1. Северное Приаралье рассматривается нами как биогеографический район в составе Приаральской подпровинции Северного Турана. Фауна артропод северного Приаралья достоверно отличается от фаун Прикаспия и Южного Турана. Наиболее изученной конкретной фауной северного Приаралья (более 600 видов) является энтомофауна о. Барсакельмес.

2. Аральское море при современном уровне солености не имеет специфичной фауны членистоногих. Амфибионтные насекомые, обычные в Арале до 1960-х гг., резко сократили численность к 1980-м гг. и практически исчезли в 2000-х гг.

3. В 2000-е гг. отмечено обогащение фауны прибрежных лагунных водоемов за счет их распреденения и стабилизации стоком с чинка.

4. Олигогалофильные виды амфибионтных насекомых, способные к миграции, и способные к ангидробиозу ракообразные являются основой фауны артропод (50–100 видов) сезонных стоковых водоемов, не зависящих от уровня Арала и характерных для северного Приаралья. Сравнимое число видов галотолерантных артропод отмечено в градиентных скважинных водоемах, стабильных 10 и более лет. В эфемерных водоемах, существующих около года, развиваются лишь мелкие насекомые короткой генерации. Наиболее эфемерные водоемы не заселяются членистоногими.

5. Незаросшая осушка заселяется наземными членистоногими минимально. При зарастании на ней формируются три специфических фаунистических максимума, разнесенные по профилю и представленные специфичными для основных стадий ценогенеза галофильным, псаммофильным и гипсофильным комплексами артропод, последовательно сменяющими друг друга. Зональность энтомокомплексов в общем совпадает с зональностью растительности и имеет тенденцию к усилению.

Главный фаунистический максимум постаквальной суши в настоящее время приурочен к средней ее части с псаммогалофитным в основе тамариковым зарастанием.

6. С 2000-х гг. на фоне исходной параллельной берегу дифференцировки осушки началась ее поперечная дифференцировка, усиливающая мозаичность и размежевание комплексов артропод разной степени зональности.

7. На примере фауны артропод удалось показать, что постаквальные территории Приаралья способны поэтапно за 30–35 лет формировать экосистемы, близкие к зональным субклимаксным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аладин Н.В., Плотников И.С. Изменения уровня Аральского моря: палеолимно-логические и археологические доказательства // Биологические и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья. (Труды ЗИН РАН, т. 262). – СПб, 1995. С. 17–46.

Александр Р. Биомеханика. – М. 1970. 340 с.

Ананьева Н.Б., Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. Земноводные и пресмыкающиеся. (Энциклопедия природы России). – М., 1998. 576 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И., Филиппов А.А. Зообентос Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения // Современное состояние Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения. – Л., 1990. С. 24–31.

Андреев Н.И. Гидрофауна Аральского моря в условиях экологического кризиса. – Омск, 1999. 454 с.

Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, (т. 7). – Л., 1990. 196 с.

Арнольди Л.В. Сем. Curculionidae // Вредные насекомые Средней Азии. – М.–Л.: изд. АН СССР. С. 89–105, 213–215, 292, 342–343.

Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М., 1974. 270 с.

Атмосфера. Справочник (справочные данные, модели). – Л., 1991. 510 с.

Бабаев А. Г., Фрейкин З. Г. Пустыни СССР вчера, сегодня, завтра. – М., 1977. 351 с.

Бедарев С.А., Быков Б.А. Продуктивность пастбищ Северного Приаралья. – М., 1971. 288 с.

Бей-Биенко Г.Я. Насекомые таракановые. (Фауна СССР, новая серия № 40). – М.–Л., 1950. 342 с.

Бей-Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л. Саранчевые фауны СССР. – М.–Л., 1951. 665с.

Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю., Борисов С.Н. Азиатская часть СССР // Фауна и экология стрекоз. История изучения, состав и генезис фауны. – М., 1989. С. 11–33.

Бельшев Б.Ф., Шевченко В.В. Фауна стрекоз (Odonata, Insecta) и распределение ее компонентов в Казахстане // Биологические науки. Вып. 2. – Алма-Ата, 1971. С. 73–77.

Бенинг А.Л. Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря // Труды Аральского отделения НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии, т. 4. – Аральск, 1935. С. 139–198.

Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии. – СПб, 1908. 580 с.

Бируля А. Скорпионы и сольпуги, собранные Л.С. Бергом на берегах Аральского моря и оз. Балхаша // Научные результаты Аральской экспедиции. Вып. 7. (Изв. Туркест. Отдела Имп. Рус. Геогр. Общ., т. 4). Ташкент, 1906. Отдельный оттиск. СПб, 1906. С. 42–47.

Бируля А.О. распространении обыкновенной сольпуги (*Galeodes araneoides* [Pallas]) в южных и юго-восточных частях Европейской России // Русское энтомологическое обозрение. Т. 12, № 2, 1912. С. 296–312.

Быков Б.А. /ред./ Биологические основы улучшения использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. – Алма-Ата, 1968. 136 с.

- Бялыницкий-Бируля А.А.* Фаланги (Solifuga). (Фауна СССР. Паукообразные. Т.1, вып. 3). – М. –Л., 1938. 176 с.
- Викторов С.В.* Индикационные аспекты биогеографии // Теоретические и прикладные аспекты биогеографии. – М., 1982. С. 27–35.
- Вухрер В.В.* Первичное зарастание обсыхающего побережья Арала. // Проблемы освоения пустынь. 1979. № 2. С. 66–70.
- Вухрер В.В.* Формирование растительности новой суши в пустыне. – Алма-Ата, 1990. (ИБ АН КазССР). 216 с.
- Геоботаническая карта СССР. М.-Л., 1954.
- Глазовский Н.Ф.* Аральский кризис. Причины возникновения и пути выхода. – М., 1990. 136 с.
- Громов А.В., Кордыкбаев Е.Е.* Фауна скорпионов и сольпуг (Scorpiones, Solifugae) Казахстана // Selevinia, 1994, 2. С.19–23.
- Демченко Л.А.* Растительность острова Барсакельмес как кормовая база копытных // Труды Гос. заповедника. Барсакельмес. Вып. 1. – Аральск, 1950. С. 6–37.
- Деньгина Р.С.* Данные по гидрологии и зообентосу Муйнакского залива Аральского моря // Труды Лаборатории озероведения АН СССР, т. 3. – М. –Л., 1954. С. 47–66.
- Деньгина Р.С.* Гидробиологическая съемка залива Аджибай в 1953 г. // Труды Лаборатории озероведения АН СССР. Т. 4. – М. –Л., 1957а. С. 306–348.
- Деньгина Р.С.* Материалы гидробиологических исследований озер северо-западной части дельты Аму-Дарьи // Труды. Лаб. озероведения АН СССР. Т. 4. – М. –Л., 1957б. С. 269–305.
- Деньгина Р.С.* Бентос архипелага Карабайли Аральского моря // Труды Лаборатории озероведения АН СССР. Т. 8. – М. –Л., 1959. С. 23–83.
- Джиллер П.* Структура сообщества и экологическая ниша. – М. 1988. 184 с.
- Добрынин Э.Г., Королева Н.Г., Буркова Т.М.* Оценка экологического состояния Аральского моря в районе острова Барсакельмес // Труды. ЗИН РАН, 1990. Т. 223. С. 31–36.
- Добрынин Э.Г., Королева Н.Г.* Продукционные и микробиологические процессы в заливе Бутакова Аральского моря // Труды ЗИН РАН, 1991. Т.237. С. 49–59.
- Елисеев Д.О.* Дифференциация трофических связей птиц пустыни // Доклады АН УССР. Серия Б. № 11. – Киев, 1984. С. 70–72. (На украинском языке).
- Елисеев Д.О.* Материалы по размножению и питанию серого жаворонка // Вестник зоологии, 1985, № 1. С. 49–54.
- Емельянов А.Ф.* Предложения по классификации и номенклатуре ареалов // Энтотомол. обозрение, 1974. Т. 53. Вып. 3. С. 497–522.
- Жакова Л.В.* Заметки по составу, распространению и биомассе высшей водной растительности и нитчатых зеленых водорослей залива Большой Сары-Чаганак Аральского моря // Биол. и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья. Труды ЗИН РАН, т. 262, ч. 1. – СПб., 1995. С. 231–247.
- Жевнеров В.В.* Джейран острова Барсакельмес. – Алма-Ата, 1984. 145 с.

Извозчиков А.В. Роль саксаула черного в формировании экоклимата // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. – Л., 1979. С. 75–85.

Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Ландшафты. – М., 1989. 504 с.

Исмагилов М.И. Остров куланов. – Алма-Ата, 1973. 120 с.

Исмагилов М.И., Кузнецов Л.А., Рашек В.Л. Заповедник Барсакельмес // Заповедники Казахстана и Средней Азии. – М., 1990. С. 42–56.

Кабанова Н.Б. Материалы по фауне и экологии жесткокрылых (Coleoptera) острова Барсакельмес (Аральское море) // Биол. и природовед. проблемы Аральского моря и Приаралья. Труды ЗИН РАН, т. 262, ч. 2. – СПб., 1995. С. 145–166.

Казенас В.Л. Роющие осы Казахстана и Средней Азии. – Алма-Ата, 1978. 172 с.

Казенас В.Л. Роющие осы-церцерисы Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1984. 232 с.

Клюге Н.Ю. Современная систематика насекомых. – СПб, 2000. 336 с.

Ковшарь А.Ф. Заповедник Барсакельмес // Заповедное дело в Казахстане. – Алма-Ата, 1982. С. 50–57.

Конев А.А. К фауне жесткокрылых Барсакельмесского заповедника // Экологический кризис на Аральском море. (Труды ЗИН РАН, т. 250) – СПб, 1993. С. 174–187.

Константинова Л.Г. Перестройка лимнических экосистем в низовьях Амударьи под влиянием антропогенного воздействия // Антропогенные изменения экосистем малых озер. – СПб, 1991. С. 320–324.

Коровчинский Н.М. К вопросу о степени исследованности фауны водных микроорганизмов Приаралья // Экологический кризис на Аральском море. – СПб, 1993. С. 81–103.

Кривохатский В. А. Дискретность и спорадичность как свойства вида // Вид и видообразование. Анализ новых взглядов и тенденций // Тр. ЗИН РАН. Приложение № 1, 2009. С. 109–116.

Кривохатский В.А., Пирюлин Д.Д. Состав, происхождение и современное изменение фауны муравьиных львов (Neuroptera, Myrmeleontidae) Приаралья // Зоологический журнал, 1997, т. 76, № 10. С. 1150–1159. – Перевод: *Krivokhatskii V.A. and D.D. Piryulin.* Composition, origin and current changes of Myrmeleontidae (Neuroptera) fauna in the Aral Sea Region // Entomol.Rev., Vol. 77, № 9, 1997.

Кривошеина Н.П. Биология насекомых-ризобионтов пустынных растений // Насекомые как компоненты биогеоценоза саксаулового леса. – М. 1975. С. 127–158.

Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии. – М. –Л., 1965. 419 с.

Кузнецов Л.А. Физико-географический очерк острова Барсакельмес // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. – Л., 1979а. С. 4–27.

Кузнецов Л.А. Краткий геоботанический очерк бюргуново-серопольного комплекса как основного элемента экосистемы // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. – Л., 1979б. С. 28–48.

Кузнецов Л.А., Левицкая К.И., Макаренко О.В., Панкратова И.В. К характеристике почв контактной полосы море – суша о. Барсакельмес (Аральское море) // Экологический кризис на Аральском море. (Труды ЗИН РАН, т. 250) – СПб, 1993. С.154–173.

Кузнецов Л.А. Флора острова Барсакельмес // Биологические и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья. (Труды ЗИН РАН. Т. 262, ч. 2.) – СПб, 1995. С. 106–144.

Кузнецов Л.А., Бурамбаев К. Наблюдения за сезонным развитием пустынной растительности острова Барсакельмес (Сообщение 1) // Систематика, анатомия и экология растений Азиатской части СССР. – Л., 1976. С. 171–188.

Кузнецов Н.Я. Список бабочек, собранных Л.С. Бергом на северном побережье Аральского моря в 1906 году // Научные результаты Аральской экспедиции. Вып. 8. 1908. С. 103–121.

Кукса В. И. Южные моря (Аральское, Каспийское, Азовское и Черное) в условиях антропогенного стресса. – СПб, 1994. 320 с.

Кулакова А.Ф. Полужесткокрылые (Hemiptera) острова Барсакельмес. – Л., 1977. 40 с.

Кунин В.Н. Воды пустыни и окружающая среда. – М., 1980. 288 с.

Кунин В.Н. Условия образования подземных вод пустынь. // *Кунин В.Н.* Воды пустыни и окружающая среда. – М., 1980а. С. 5–7.

Кунин В.Н. Задачи изучения режима вод в пустынях Средней Азии. // *Кунин В.Н.* Воды пустыни и окружающая среда. – М., 1980б. С. 26–34.

Кунин В.Н. Некоторые итоги и перспективы научно-исследовательских работ по освоению Каракумов. // *Кунин В.Н.* Воды пустыни и окружающая среда. – М., 1980в. С.34–40.

Кунин В.Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования. // *Кунин В.Н.* Воды пустыни и окружающая среда. – М., 1980г. С. 41–146.

Курочкина Т.А. К познанию фауны Orthoptera о. Барсакельмес. – Горький, 1956. 60 с.

Лавренко Е.М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. – М–Л.: Изд-во АН СССР. 1962. 169 с.

Лелей А.С. Осы-немки (Hymenoptera, Mutillidae) фауны СССР и сопредельных стран. – Л., 1985. 268 с.

Линдберг Г.У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. – Л., 1972. 548 с.

Лопатин И.К. Жуки-листоеды Средней Азии и Казахстана. – Л., 1977. 270 с.

Луппова А.Н. Термиты Туркестана // Труды Ин-та зоол. и паразитол. АН ТуркмССР. Т. 2. – Ашхабад, 1958. С. 81–144.

Лымарев В.И. Берега Аральского моря - внутреннего водоема аридной зоны. – Л., 1967. 252 с.

Лымарев В.И. Морские берега и человек. – М., 1986. 161 с.

Мищенко Л.Л. Саранчевые (Catantopinae). (Фауна СССР. Насекомые прямокрылые. Т. 4, вып. 2). – М. –Л., 1952. 610 с.

Молотова Л.А. К познанию фауны Гемиптера (Hemiptera) острова Барсакельмес. – Горький: ГГУ. 1956. 30 с.

Овчаренко В.И., Фет В.Я. Фауна и экология пауков (Aranei) Бадхыза (Туркменская ССР) // Энтомологическое обозрение, 1980, т. 59, вып. 2. С. 442–447.

Павленко Т.В. Распространение пауков по природным комплексам острова Барсакельмес (Аральское море) // Фауна и экология пауков СССР. – Л., 1985. С. 147–155.

Панкратова В.Я. Материалы по питанию рыб Аральского моря // Труды Аральского отделения НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии, т. 4. – Аральск, 1935. С. 199–220.

Панкратова В.Я. К фауне хирономид грунтовых вод Средней Азии // Фауна грунтовых вод Средней Азии. – Л., 1972. С.5–56.

Панкратова И.В., Романова Н.Н., Кузнецов Л.А. Некоторые особенности эоклимата биюргуново-серопольной системы // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. – Л., 1979. С.48–75.

Папоротный Д.И. К биологии щитомордника в условиях острова Барса-Кельмес // Труды государственного заповедника Барса-Кельмес. Вып. 1. – Алма-Ата, 1950. С.136–148.

Пирназаров Б. Жуки-чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae) Каракалпакской АССР. Автореферат канд. дисс. – Л., 1972. 42 с.

Пирюлин Д.Д. Чешуекрылые острова Барсакельмес (Аральское море). – Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена, 1978. 82 с.

Пирюлин Д.Д. Чехлоноски Барсакельмесского заповедника // Изучение и охрана заповедных объектов. – Алма-Ата, 1984. С. 60–61.

Пирюлин Д.Д. Ландшафтно-экологические изменения в Барсакельмесском заповеднике и направления его научно-исследовательской деятельности // Организация заповедного дела. – Алма-Ата, 1985. С. 54–55.

Пирюлин Д.Д. Состояние популяции джейрана на о. Барсакельмес // Региональные аспекты биологии джейрана. – М., 1987. С. 27–28.

Пирюлин Д.Д. Членистоногие полосы осушки о. Барсакельмес // Экологический кризис на Аральском море. (Труды ЗИН РАН, т. 250). – СПб, 1993(а). С. 121–138.

Пирюлин Д.Д. К формированию энтомокомплексов материковой осушки Арала // Экологический кризис на Аральском море. (Труды ЗИН РАН, т. 250). – СПб, 1993(б). С. 139–154.

Пирюлин Д.Д. К характеристике временных водоемов и фауны водных насекомых о. Барсакельмес и Приаралья // Биол. и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья. (Труды ЗИН РАН, т. 262, ч. 2). – СПб., 1995. С. 3–74.

Пирюлин Д.Д., Озерский П.В. Orthopteroidea острова Барсакельмес и Приаралья // Биол. и природовед. проблемы Аральского моря и Приаралья. (Труды ЗИН РАН, т.262, ч. 2). – СПб, 1995. С. 75–104.

Пирюлин Д.Д. О заселении членистоногими высохшего дна Аральского моря // Проблемы энтомологии в России. Т. 2. (XI Съезд РЭО, СПб, 1997). – СПб, 1998. С. 72–73.

Пирюлин Д.Д. Активность некоторых видов насекомых северных пустынь во время солнечного затмения 31 июля 1981 года // Полевые и экспериментальные биологические исследования. – Омск, 1998. С.84–98.

Пирюлин Д.Д. *Rivetina nana* Mistsh. (Mantoptera: Manteidae) на острове Барсакельмес и в северном Приаралье // Полевые и экспериментальные биологические исследования. – СПб – Омск, 1999. С.40–88.

Пирюлин Д.Д. Скорпионы (Scorpiones) острова Барсакельмес и северного побережья Аральского моря // Отчётная научная сессия по итогам работ 1999 г. (Тезисы докладов. 4-6 апреля 2000 г. ЗИН РАН). – СПб, 2000. С.34–36.

Пирюлин Д.Д. Скорпионы (Scorpiones) острова Барсакельмес и Северного Приаралья // Полевые и экспериментальные биологические исследования. Вып.5. – СПб–Омск, 2001. С.70–90.

Пирюлин Д.Д. Замор камбалы *Pleuronectes flessus* в Малом Аральском море в 1993 году // Полевые и экспериментальные биологические исследования. Вып.5. – СПб–Омск, 2001а. С.91–98.

Пирюлин Д.Д. Жуки-скакуны (Coleoptera, Carabidae, Cicindelinae) Приаралья // XII съезд РЭО. (СПб, 19-24.08.2002 г.) – СПб, 2002. С. 394.

Пирюлин Д.Д. Особенности заселения членистоногими (Arthropoda) берегов Арала // Отчётная научная сессия по итогам работ 2002 г. (Тезисы докладов. 9-10 апреля 2003 г. ЗИН РАН). – СПб, 2003. С.24–25.

Плотников И.С. Зоопланктон прибрежных вод северной части Аральского моря в современных полигалинных условиях: Автореферат...канд. дисс. – СПб, 1995. 24 с.

Правдин Ф.Н. Экологическая география насекомых Средней Азии. Ортоптероиды. – М., 1978. 271 с.

Правдин Ф.Н., Мищенко Л.Л. Формирование и эволюция экологических фаун насекомых в Средней Азии. – М, 1980. 156 с.

Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем Северного Приаралья. – Л., 1979. 148 с.

Продуктивность растительности аридной зоны Азии (Итоги советских исследований по Международной биологической программе, 1965–1974 гг.). – Л., 1977. 232 с.

Романова Н.Н., Садовская Н.Г., Кузнецов Л.А., Панкратова И.В. Почвы биюргуново-серопольной экосистемы и некоторые стороны их динамики // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. – Л., 1979. С.86–105.

Труды государственного заповедника Барсакельмес. Вып. 1. – Алма-Ата, 1950. 150 с.

Туркенбаев Н.Ж., Асанова Р.Б. О биологии водного клопа *Plea leachi* Mc. Gr. et Kirk. (Heteroptera, Pleidae) // Известия АН КазССР. Серия биологическая. 1975. Т. 13. № 4. С. 38–41.

Фет В.Я. К экологии скорпионов (Arachnidae, Scorpiones) юго-восточных Каракумов // Энтомол.обозрение, 1980. Т.59, вып. 1. С. 223–228.

Филиппов А.А. Макрозообентос прибрежных вод северной части Аральского моря в современных полигалинных условиях. Автореф. канд. дисс. – СПб, 1994а. 24 с.

Филоненко П.П., Омаров Т.Р. Озера Центрального и Южного Казахстана. – Алма-Ата, 1973. 199 с.

Хусаинова Н.З. Зообентос Аральского моря. // Труды лаборатории озераведения АН СССР, т. 3. – М.–Л., 1954. С. 76–85.

Хусаинова Н.З., С. Ембергенов. Видовой состав зообентоса водоемов нижней дельты Амударьи // Биологические науки. Вып. 2. – Алма-Ата, 1971. С. 85–98.

Четвериков С.С. Список бабочек с берегов Аральского моря. // *Четвериков С.С.* Фауна и биология чешуекрылых. – Новосибирск, 1984. С.11–15.

Чихачёв П.А. Арало-Каспийская депрессия // *Чихачёв П.А.* Страница о Востоке. – М., 1982. С. 175-195.

Шалдыбин Л.С. Заповедник Барсакельмес // Ученые записки Горьковского гос. пед. института. Т. 20. – Горький, 1958. С. 147–156.

Шишкина В.В. К вопросу о консорции чёрного саксаула острова Барсакельмес. – Л.: ЛГПИ им. А.И Герцена, 1984. 88 с.

Янковская А.И. Фреатическая и родниковая фауна Северного Тянь-Шаня и Южных Кызылкумов // Фауна грунтовых вод Средней Азии. – Л., 1972. С.5–56.

Aladin N. Water and environment Health – historic evolution of the Aral Sea system // Water Security – Opportunity for Development and Cooperation in the Aral Sea Area. – A SIWI / RSAS /UNIFEM Seminar Stockholm, August 12, 2000. – SIWI Report 9. 2001. Stockholm. Pp. 35–49.

Aladin, N.V., I.S. Plotnikov, M.I. Orlova, A.A. Filippov, A.O. Smurov, D.D. Piriulin, O.M. Rusakova and L.V.Zhakova. Changes in the Form and Biota of the Aral Sea Over Time // The Aral Sea Basin. Ed. by Philip P. Miclin, William D. Williams. Springer Published in cooperation with NATO Sci. Affairs Division. 1996. Pp. 33–55.

Aladin N.V., Filippov A.A., Plotnikov I.S, Egoro[v] A.N., Piriulin D.D., Smurov A.O. Modern ecological state of the Small Aral Sea // Ecological Research and Monitoring of the Aral Sea Deltas. A basis for restoratio. Book 2. UNESCO Aral Sea Project. 1997-1999 Final Scientific Reports. 2000. Pp. 73–81.

Jaccard P. The distribution of the flora in the alpine zone // New. Phytol., 1912, № 11. Pp. 111–123.

Kazenas V., Mityaev I., Jaschenko R., Kadyrbekov R., Ishkov E., and Tleppaeva A. Composition, ecology and zoogeography of insects in the North Aral Sea area // Sustainable use of natural resources of Central Asia. Environmental problems of the Aral Sea and surrounding areas. Proc. of Intern. Sci. Conf. Sept. 9–11, 1997. Almaty, 1998. Pp. 119–122.

Krivokhatsky V.A. Ant-lions (Neuroptera, Myrmeleontidae) in Turkmenistan // Eds. Fet V., Atamuradov K.I. Biogeography and Ecology of Turkmenistan. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1994. Pp. 495–498.

Krivokhatsky V.A., Zakharenko A.V. Notes on the antlions (Neuroptera, Myrmeleontidae) of the Ryn-Desert, Western Kazakhstan // Известия Харьковского энтомологического общества. Т. 3. Вып.1–2. 1996. (На титуле 1995). С. 62.

Preston F.W. The canonical distribution of commones and rariti. Part 1. *Ecology*, 1962, 43 (3). Pp. 185–213.

Orlova M.I., N.V. Aladin, Philippov A.A., Plotnikov I.S., SmurovA.O., Rusakova O.M., Zhakova L.V. and Piriulin D.D. Living associations of the northern part of the Aral Sea in 1993–1995 years // *Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas. A basis for restoration. UNESCO Aral Sea Project 1992-1996. Final scientific reports. Chapter 6.* Paris, 1998. Pp. 95–137.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Пирюлин Давыд Давыдович родился 29 сентября 1955 г. в г. Инта Коми АССР. Его отец, Пирюлин Давыд Давыдович (1900–1980), и мать, Зоя Филипповна (1922–2005), находились здесь в ссылке после отбытия заключения за «антисоветскую агитацию и пропаганду». В 1957 г., после окончания срока ссылки и частичной реабилитации, семья Пирюлиных переехала в г. Жданов (теперь – Мариуполь) Донецкой области. В возвращении в Москву, откуда был родом отец Д.Д., власти отказали.

В 1972 г. Д.Д. окончил среднюю общеобразовательную школу № 7 в Жданове и уехал в Ленинград поступать на биофак Ленинградского государственного университета. К сожалению, при поступлении Д.Д. недобрал несколько баллов и не был зачислен в ЛГУ. Для того чтобы повторить попытку на следующий год, Д.Д. поступил в Ленинградское строительное училище № 51. Через год, после окончания (с отличием) училища, он поступает в Ленинградский педагогический институт им. А.И. Герцена на факультет естествознания. В 1975 г. под руководством своего учителя, Льва Александровича Кузнецова, Д.Д. впервые приезжает на остров Барсакельмес на Аральском море. Здесь он начинает собирать материал по чешуекрылым и в 1978 г. успешно защищает дипломную работу.

После окончания педагогического института Д.Д. Пирюлин по распределению работал учителем биологии, химии и географии в сельской школе поселка Таежный Архангельской области, а далее – младшим научным сотрудником в Украинском степном заповеднике. Только в начале 1980 г. Д.Д. смог реализовать свою мечту и поступить на работу в государственный заповедник Барсакельмес. Первые четыре года здесь он работал в должности младшего научного сотрудника, а в 1984 г. был назначен на должность старшего научного сотрудника. Однако через год после этого Д.Д. Пирюлин вынужден был уволиться из заповедника по состоянию здоровья.

В 1985–1987 гг. он работал воспитателем в СПТУ № 251 г. Пушкина, а в 1987–1992 гг. стал воспитателем в общежитии Ленметростроя. Все эти годы он продолжал выезжать на Арал в период своих летних отпусков: Д.Д. был добровольным помощником в аральских экспедициях Института ботаники и Института зоологии Академии наук Казахстана. В марте 1992 г. Д.Д. Пирюлин был принят на работу в лабораторию солоноватоводной гидробиологии Зоологического института РАН, где прошел путь от лаборанта до научного сотрудника. Работая в ЗИНе Д.Д. ежегодно выезжал на Арал и продолжал собирать материал по членистоногим. В начале 2004 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Зоология». Он стал близким другом и верным соратником сотрудников лаборатории.

16 января 2007 г. Д.Д. Пирюлин трагически погиб... Его тело было кремировано и (согласно воле покойного) 22 сентября 2007 г. захоронено на кладбище заповедника Барсакельмес.

О Давыде Пирюлине

В середине шестидесятых годов двадцатого века в педагогических вузах страны стали развиваться положительные тенденции фундаментализации специального образования – обновлялось содержание, вводились новые предметы, усиливались всякие формы исследовательской деятельности студентов, появилась возможность выполнения полевых дипломных работ. В значительной степени эти изменения шли «снизу» и отражали реальные требования времени.

На кафедре ботаники таких проблем было 3–4, что зависело от разнообразия учебных дисциплин кафедры. Субъективные причины сделали ведущим изучение экосистем Приаралья. Серьезного финансирования студенческая наука не имела, и успех работы во многом определялся энтузиазмом студентов и организаторскими способностями руководителей. Работы в Приаралье было решено сосредоточить на базе Барсакельмесского заповедника. По ряду причин преподаватели кафедры были немногочисленны, лишь со временем в коллективе «выращивали» собственных руководителей (сотрудников кафедры и заповедника). Методологической основой этого явилась педагогическая идея разновозрастного творческого коллектива, в котором равноправными членами являются все участники экспедиции. Этого требовало и довольно короткое время участия в коллективе студентов (4–5 лет), после чего они оканчивали институт. Студенты первых-вторых курсов активно участвовали в общих работах и начинали осваивать методы и навыки исследования по какой-либо конкретной теме под руководством куратора – старшекурсника, имеющего своего научного руководителя. Естественно, что последние в качестве «узлов» координировали всю работу по теме. Результат – курсовые и дипломные работы, доклады и конкурсные работы, публикации в научных изданиях. Конечно, для некоторых на этом путь в коллективе заканчивался, но многие продолжали сохранять возникшие связи, сами формировали творческую работу со школьниками. Такой путь прошел и Давыд Давыдович Пирюлин, о котором наш рассказ.

Давыд был поздним ребенком в семье ссыльных родителей. Он был скуп на рассказы о них, может быть потому, что и они не любили этих воспоминаний. Между прочим, я давно заметил, что люди, прошедшие лагеря и ссылку, редко делятся об этой жизни даже с самыми близкими. Они были «политическими» (ст. 58), незаконно репрессированными и реабилитацию воспринимали достойно и спокойно. Откровенно говоря, не верю я сочиняющим лагерные воспоминания. Основываюсь, в частности, и на подобном же отношении родственников, их сотоварищей и своих хороших знакомых... Были они в общем строю, в общих бараках и на поселениях – ни старостами, ни хлеботорговцами...

Но вернемся к Давыду Пирюлину. После смерти отца он жил с матерью в Мариуполе, в небольшой двухкомнатной квартире. Кончена школа, и Давыд едет в Ленинград в общем вагоне, поселяется в абитуриентском общежитии университета. Конкурс оказался не в пользу Давыда. Проходит время, и он становится студентом факультета естествознания Герценовского института. В ту пору это – один из лучших биологических факультетов страны: он реально имел университетскую сущность – свои научные школы на всех кафедрах, наличие классических профессоров и десятилетиями складывавшиеся традиции. Факультет располагался в дворцовых зданиях, в самом центре Ленинграда, имел хорошее оборудование, зачастую полученное от дореволюционных высших учебных заведений, а многие учебники были созданы профессорами института.

В такой обстановке Давыд пришел на кафедру зоологии. Он сразу проявил себя любознательным, активным студентом, посещал все заседания зоологического кружка. Однако полного удовлетворения Давыд получить не мог – на кафедре не было энтомологического направления. Одно время он даже подумывал перейти в Лесотехническую академию, где была энтомологическая школа. А пока в свободное время экскурсировал в окрестностях Ленинграда, много времени проводил в знаменитом Зоологическом музее АН. Уровень подготовки студента, его вопросы часто ставили в тупик институтских зоологов. Одна из несомненно выдающихся педагогов кафедры, доцент

Татьяна Владимировна Щербина, обратила внимание на Давыда. Забота о будущем студента привела Т.В. ко мне как руководителю Аральского проекта.

Первая встреча с Давыдом была короткой. Я, как всегда, рассказал о том, что мы делаем, и предложил ему изучать энтомонаселение экосистемы. Он неожиданно быстро согласился. Конечно же, я не знал приаральских насекомых, но пытался договориться в Зоологическом институте. О. Крыжановский и Г. Медведев предложили помощь в определении насекомых, но экологическая направленность их не интересовала. Так и порешили: я – руководитель, зиновцы – консультанты. Мой расчет на интерес и самостоятельность Давыда оправдался.

В поле Давыд представлял собой зрелище «энтомологическое». Он напоминал известного литературного героя – кузена Бенедикта, вооруженного подзорной трубой, сачком, скляночками и пр. Но в отличие от него Давыд был увешан приспособлениями для различных видов фотосъемки, фонариками, баночками и коробочками для коллекционирования. Эта амуниция надевалась через голову, и тогда Давыд вырастал в размерах. Его тщедушное тело увеличивалось и заставляло умолкнуть всех удивлявшихся... Мои сетования опытного полевика, нагруженного минимумом поклажи, не стеснявшим свободы действия при работе, до Давыда не доходили, и он до конца дней не менял своих полевых привычек. Может быть потому, что его занимал не узкий круг интересов, а широкое естественнонаучное восприятие окружающего мира. Это можно было понять не сразу, а только при чтении дневников Давыда или знакомстве с его небольшой, но емкой библиотекой, с многочисленными заметками на полях не только прикладного характера, но и глубокого философского смысла. При жизни Давыда в разговорах с ним мы не могли оценить мысли мудрого энтомолога. Может, что-то просматривалось в его стихах. Долгие годы он не афишировал их, хотя иногда и показывал близким, изредко дарил машинописные копии. Немногое из этого собрано в книгу и посмертно выпущено в свет его коллегами в издательстве Зоологического института.

Вернемся к профессиональной деятельности Давыда. Вне всякого сомнения, он был выдающимся полевиком-экологом, а не просто коллекционером, что доминирует у энтомологов, – как профессионалов, так и любителей. Публикации эколога Пирюлина, увы, немногочисленны и порой сумбурны, и в этом его свойство – захлебнуться в огромном материале и не успевать его обрабатывать. Мой опыт показывает, что этому способствует отсутствие не формальных и узко ориентированных руководителей. Так случилось и с Давыдом. В самый важный начальный период таковым оказался и я – автор воспоминаний о своем ученике: Давыд рано вылетел из гнезда и многому не успел научиться. Однако наблюдения Давыда экологически глубоки и изящны, но понять это можно так: освоить фотоархив ученого, его дневники, собранные им коллекционные материалы. Все это далеко от систематизации, и это вряд ли сделает кто-то другой, по крайней мере, в близкое время: объем материала фантастически огромен.

Однажды я попросил Давыда прислать мне пару хороших фотографий скорпиона. В ответ я получил свыше 170 (!) фотографий не просто внешнего облика, но кадров биоэкологического смысла. Его любознательность была безгранична и расширительна. Невольно вспоминаются слова нашего выдающегося предшественника-араловеда, академика Л.С. Берга: *«Авторам вообще свойственно расширять пределы своей программы все больше и больше, особенно по мере углубления в работу. Это свойственно и мне, и многим моим коллегам. Может быть, в этом особая магия Аральского моря?»*.

Начало компьютеризации пришлось на время зрелости Давыда как исследователя. Бесспорно, она – антипод полевой экологии, но Давыд попытался соединить эти подходы. Напомним, он всегда был поклонником и реальным пользователем техники в полевых исследованиях, поэтому освоение компьютера далось ему достаточно легко и стало не только методом обработки фантастического огромного массива полевых материалов. Давыда захлестнула волна компьютерной информации, это раздуло массив его первичных материалов. В разговорах с ним я пытался предостеречь Давыда – не губи уникальность

своих наблюдений из-за непроверенных и обезличенных. Я говорил ему: «*Ты начинаешь напоминать мне Жюль Верна, большую часть своих географических описаний сочинившего в кабинетном кресле*». Конечно, Давыд был умен, но его стихия (поле) все больше покидала его.

Наш герой был в своих исследованиях индивидуалистом, хотя в совместных публикациях он выступал как ведомый, как второе лицо, но основа материалов была собрана именно Пирюлиным. Нами была задумана статья об интереснейшей экологической проблеме отечественной экологии – сущности консорциев. В науке и до сих пор нет анализа конкретной *консорции*, выполненного совместно зоологом и ботаником. Статья не получилась – обширная группа членистоногих осталась необработанной в архивах Пирюлина. И это лишь частный случай: работая в составе комплексных исследований, Давыд редко успешно вписывался в общий итог работы (впрочем, это достаточно типично для нашего времени).

Может быть, в этом проявилась непростая жизнь этого, несомненно, талантливого человека, его общая неустроенность и личное одиночество.

Какие бы периоды в жизни Пирюлина мы ни пытались выделить (здесь и заповедник «Каменные могилы», и Прикаспий, и Поволжье), самым ярким и результативным остается аральский период. И это не только потому, что здесь – завершённые работы : диссертация и многочисленные статьи и рукописи. Думаю, не ошибусь, но здесь и внутренний мир Давыда – его самые трудные и самые счастливые дни. И это несмотря на то, что интеллектуальная и дружеская среда Давыда была в Ленинграде (в частности, это – семьи Дмитрия и Веры Елисеевых, Льва Кузнецова и Ирины Панкратовой, Галины Дубенской). Там, где он родился как исследователь, – в Герценовском институте и в Зоологическом (большое влияние на него оказали сотрудники ЗИНа: Орест Скарлато, Николай Аладин, Игорь Плотников, Виктор Кривохатский, Фалькович и др.), где он окончательно сформировался как яркий и самобытный ученый. В истории араловедения он продолжил традиции своих именитых предшественников прошлых веков.

Трагическая гибель Давыда не оставила сомнений о месте захоронения его праха (родных у него уже не было). Завещал ли Давыд такое? Барсачане нередко шутили по этому поводу, но кто в молодые годы всерьез думает о смерти!

Барсакельмес – уникальное место, с геологически давней историей. Море уходило и вновь возвращалось, а Барсакельмес оставался – то островом, то полуостровом, то древним останком. К нему всегда приглядывалась и человеческая история – в именах и без них. Скромная могила одного из его верных исследователей переживет многие времена.

Л.А. Кузнецов

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение (<i>Н.В. Аладин, В.А. Кривохатский</i>).....	6
Глава 1. Район исследования, методы и материалы	8
Глава 2. Фауна наземных артропод северного Приаралья	26
Глава 3. Фауна водных и амфибионтных насекомых Аральского моря и Приаралья	49
Глава 4. Формирование фаун постаквальной суши северного Приаралья.	65
Глава 5. Заключение	93
Выводы.....	95
Список литературы	96
Краткие сведения об авторе	104
О Давыде Давыдовиче (<i>Л.А. Кузнецов</i>)	105

Давыд Давыдович Пирюлин

**ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ
И ВЫСОХШЕГО ДНА
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Утверждено к печати
редакционно-издательским советом
Зоологического института РАН

Редактор *Т.А. Асанович*

Компьютерная верстка *А.О. Смурова*

Подписано в печать 28.09.2014. Формат 60 x 84_{1/16}

Усл. печ. л. 6.28. Тираж 150 экз.

Зоологический институт РАН, 199034, СПб., Университетская набережная, 1