

П. В. Озерский, Т. В. Боброва, Л. С. Кузнецова

К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ЗНАЧЕНИИ УГЛА НАКЛОНА ЛБА У САРАНЧОВЫХ РАЗНЫХ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И ПРОВЕРКА ОДНОЙ ИЗ ГИПОТЕЗ

Угол наклона лба у саранчовых считается важным признаком, используемым для различения фитофильных и геофильных жизненных форм. В то же время его функциональное значение остается не вполне ясным, что делает использование этого признака в описаниях жизненных форм недостаточно обоснованным и порождает дискуссии относительно правил его измерения. Авторы высказали предположение о связи угла наклона лба со способностью саранчовых получать зрительную информацию снизу относительно продольной оси тела. На основании изучения 13 видов саранчовых ими было доказано существование этой связи. Обсуждается ее значение для фитофильных и геофильных видов саранчовых.

Ключевые слова: Acridoidea, саранчовые, жизненные формы, ложный зрачок (grasshoppers, life-forms, pseudopupil).

P. Ozersky, T. Bobrova, L. Kouznetsova

CORRELATION BETWEEN FACIAL ANGLE AND THE VISUAL FIELD OF ACRIDOID GRASSHOPPERS: A HYPOTHESIS TESTING

The degree of the facial angle has long been known as the morphological feature used to distinguish the geophilous and phytophilous forms. However, since the functional aspect of this feature is not explicit, its use as an identifying characteristic for the life forms is ill-founded. In addition, the measurement rules are still being debated. It is assumed in the paper that the degree of the facial angle is related to the down angle of grasshoppers' visual field (along the longitude body axis). The correlation was confirmed by the study of 13 grasshopper species. The results are discussed for the geophilous and phytophilous forms.

Keywords: Acridoidea, grasshopper species, life forms, pseudopupil.

Понятие жизненной формы широко используется в экологии при описании и сравнении структуры и функционирования биоценозов. Следует заметить, что трактовка этого понятия различается у разных авторов. В настоящей работе предлагается считать жизненную форму атрибутом биосистем популяционного уровня организации и различать фундаментальные и реализованные жизненные формы. Фундаментальная жизненная форма — это комплекс свойств популяции, обусловленный ее генофондом и определяющий ее фундаментальную экологическую нишу. Реализованная жизненная форма — это комплекс свойств популяции, обусловленный ее генофондом и свойствами занимаемой станции и определяющий ее реализованную экологическую нишу. Если попытаться сформулировать соответствующие определения в образном стиле Ю. Одума [5], то реализованную жизненную форму можно обозначить как «спецодежду» популяции, соответствующую ее «профессии» (то есть экологической нише), а фундаментальную — как ее «рабочий гардероб».

Популяционная жизненная форма представляет собой динамическую систему, образованную взаимодействующими между собой особями, каждая из которых обладает комплексом экологически значимых фенотипических свойств — экоморфой. Согласно Ю. Г. Алееву [1, с. 182], последнюю можно определить как «целостную систему взаимообусловленных эколого-морфологических адаптаций, определяющую общую конструкцию тела организма в соответствии с конкретным направлением эволюции вида в условиях конкретного биотопа». В пределах одной и той же популяции особи разного возраста, пола и т. п. могут быть

носителями разных экоморф, при этом совокупности членов популяции, обладающих более или менее сходными экоморфами, следует называть эконами (термин заимствован у Г. Хитвоула [13]).

Являясь практически значимой группой, саранчовые (Acridoidea) давно и интенсивно изучаются с экологической, в том числе и с экоморфологической, точки зрения. В настоящее время в экологических исследованиях используются несколько классификаций «жизненных форм» этих насекомых (в большинстве случаев фактически являющихся классификациями экоморф имаго, иногда с учетом полового диморфизма и очень редко — с привлечением данных о преимагинальных стадиях). Авторы систем «жизненных форм» саранчовых всегда в значительной мере опирались при экологической классификации этих насекомых на особенности их внешней морфологии. Одним из важнейших морфологических признаков, характеризующих «жизненную форму» саранчового, традиционно считается наклон лба, определяемый относительно вершины темени [3; 4; 6; 7; 12] или относительно продольной оси тела [8; 9; 10]. Хотя этот признак традиционно используется только в отношении имаго саранчовых, он принципиально применим к нескольким их эконам, а именно — к личинкам различных возрастов и полов и ко взрослым самцам и самкам. В то же время его функциональное значение до сих пор остается не вполне ясным. При этом понимание этого значения чрезвычайно важно не только для обоснования правомочности использования этого признака при описании жизненных форм и экоморф, но даже для выработки правил его измерения.

В отношении этих правил в 70–80-е годы в научной печати развернулась дискуссия между Ф. Н. Правдиным [7] и И. В. Стебаевым [10]. Суть этой дискуссии сводилась к правилам измерения данного показателя, которые, по мнению Правдина, были искажены Стебаевым. В действительности, как представляется, ситуация с этим признаком не так проста. Г. Я. Бей-Биенко [3] писал о том, что у представителей разных жизненных форм саранчовых по-разному выражен наклон лба, и характеризовал степень этого наклона величиной угла между лбом и теменем. М. Е. Черняховский [12], вслед за Бей-Биенко, также описывал использовавшийся им показатель как угол наклона лба к теменю. При этом, однако, оба этих автора не приводили подробных инструкций по измерению этого угла или соответствующих иллюстраций. В свою очередь, Стебаев [8] характеризовал «лицевой угол» как угол между касательными к наиболее выпуклым частям наличника и затылка. Впоследствии Правдин в своей монографии [7] попытался продемонстрировать, что измерение углов по методике С. П. Тарбинского [11] (между лбом и вершиной темени; этой методикой пользовался сам Правдин, не без оснований полагая, что ее же придерживались Бей-Биенко и Черняховский) и по методике Стебаева (между наличником и затылком) приводит к совершенно разным результатам. На основании этих различий Правдин [7] сделал вывод о непригодности методики Стебаева, так как измеренный по ней угол отражает не структуру головы, а ее наклон. В ответ на это И. В. Стебаев и Л. В. Омельченко [10], прямо полемизируя с Правдиным, заявили, что именно наклон лба (а не вершины темени) по отношению к оси тела имеет функциональное значение и поэтому угол должен измеряться именно по методике Стебаева (в то время как методика Правдина приводит к тому, что при одном и том же наклоне лба относительно оси тела, но при разном скосе темени результаты измерения угла будут различными) и, в свою очередь, объявили методику Правдина недостаточно продуманной.

Следует признать, что в итоге эта дискуссия оказалась малопродуктивной. Для того, чтобы определиться с правилами измерения лицевого угла, надо отчетливо понимать функциональное значение у прямокрылых наклона и лба, и вершины темени. В то же время сколь-

либо убедительных данных, могущих разрешить этот вопрос, не приводили ни указанные авторы, ни их коллеги. Г. Я. Бей-Биенко и исследователи «московской» школы (М. Е. Черняховский, Ф. Н. Правдин), по сути дела, лишь констатировали характерность малых значений этого показателя для хортобионтов, связанных с узколиственными однодольными растениями (злаками, осоками) и, наоборот, очень больших — для геофилов. И. В. Стебаев [8] попытался объяснить эту закономерность с функциональной точки зрения, однако сделал это лишь в самых общих чертах и не подкрепил свою точку зрения экспериментальными данными. Сама же точка зрения Стебаева состояла в том, что наклон лба имеет двойственное значение: во-первых, он определяет особенности расположения челюстей, что может отражать характер объедания листьев, в свою очередь, зависящий от механических свойств кормовых растений, различающихся у злаков и у разнотравья; во-вторых, он как-то влияет на передвижение насекомого, причем сильно наклоненный лоб оказывается предпочтительным при движении в травостое.

С нашей точки зрения, гипотеза, связывающая форму головы саранчовых с особенностями их питания, едва ли достаточна для объяснения связи между наклоном лба и фитофильностью. Чтобы убедиться в этом, можно обратиться к данным по кузнечикам (*Tettigonioidae*) — группе, в значительной мере сходной с саранчовыми и в отношении габитуса, и в отношении стациальной приуроченности, и в отношении характера локомоции. Как и у саранчовых, у кузнечиков прослеживается определенная связь между степенью наклоненности лба и степенью связи с осоками и злаками [2; 3]. Вместе с тем пищевая специализация у кузнечиков значительно более разнообразна, чем у саранчовых. При этом среди них есть виды, питающиеся не листьями растений, а другой пищей, что, однако, не сказывается на обсуждаемой связи между стациальной приуроченностью и формой головы. В частности, являющиеся вполне «злаковыми хортобионтами» по стациальной приуроченности и отличающиеся сильно наклоненным лбом кузнечики из подсемейства *Copocerphalinae* вовсе не специализируются на питании листьями злаков и осок. По крайней мере для ряда видов кузнечиков из этого подсемейства (обладающих вполне типичной для него формой головы) характерны питание генеративными частями растений и хищничество. Более того, сильно наклоненный лоб — характерная черта габитуса кузнечиков-дыбок рода *Saga* Charp., являющихся облигатными хищниками-засадниками. Если же вновь вернуться к саранчовым, то сильно наклоненный лоб является характерной чертой представителей семейства *Pergomorphidae*, многие из тропических представителей которого связаны не со злаками или осоками, а с древесно-кустарниковой растительностью. Все это заставляет отводить характеру питания как фактору, определяющему различия в наклоне лба у прямокрылых разных жизненных форм, в лучшем случае второстепенную роль.

Какие же стороны взаимодействия прямокрылых со средой их обитания могут существенно влиять на становление в их эволюции той или иной формы головы? Как представляется, имеет смысл провести исследования (в том числе экспериментальные) в нескольких направлениях. Хотя нельзя исключать возможности существенного влияния формы головы на особенности передвижения саранчовых, внимания заслуживают также и другие возможные функциональные значения наклона лба. В частности, целесообразной представляется проверка предположения о том, что форма головы обуславливает особенности поля зрения (углы обзора). Очевидно, что тело геофилов большую часть времени находится в горизонтальном положении, злаковых и осоково-злаковых хортобионтов (обитателей травяного яруса, приуроченных к растительным сообществам с преобладанием соответствующих семейств растений) — в вертикальном, а тамнобионтов (обитателей древесно-кустарниковой растительности) и травоядных хортобионтов (обитателей разнотравья) —

часто бывает и в том, и в другом положении. Соответственно при этом в разной мере актуальным оказывается обзор нижнего сектора пространства, который соответствует поверхности почвы у геофилов (откуда нападение хищников маловероятно) и среде травостоя у хортобионтов (откуда есть потенциальная опасность подвергнуться атаке). При этом возможным путем увеличения нижнего обзора представляется увеличение наклона лба, в результате чего глаза оказываются впереди более широкой «челюстной» части головы.

Для проверки этой гипотезы оказалось возможным воспользоваться тем фактом, что саранчовые, будучи дневными насекомыми, обладают соответствующим (аппозиционным) типом сложных глаз, которому свойственны узость и непересекаемость полей зрения отдельных омматидиев, сопровождающиеся проявляющимся у живых особей оптическим эффектом «ложного зрачка» (темного пятна, соответствующего области, в которой оптические оси омматидиев приблизительно совпадают с направлением взгляда наблюдателя). Благодаря этому эффекту существует возможность визуального определения границ поля зрения у представителей видов саранчовых, обладающих сравнительно светлыми глазами, без использования электрофизиологических и поведенческих экспериментов. При этом для решения поставленной задачи достаточно определить у этих насекомых предел обзора в нижней части поля зрения. Эти соображения были положены нами в основу описанного ниже метода измерения нижнего предела поля зрения у саранчовых.

В исследовании использовались живые имаго 13 видов саранчовых семейства Acrididae из трех подсемейств (табл. 1). Для восьми из них материал был представлен обоими полами, для пяти — только самками. В пределах каждого экона было исследовано от одной до 10 особей (всего 57). Для каждой особи в 4–10 повторностях определялись значения двух показателей — угла между касательными к наиболее выступающим частям лба и затылка (в соответствии с методикой, описанной в работе И. В. Стебаева [8]) и угла между касательной к наиболее выступающей части затылка и оптической осью омматидиев, соответствующих нижней границе поля зрения.

Таблица 1

Исследованные виды саранчовых

№	Вид	Объем выборки	Места сбора
Подсемейство Catantopinae			
1.	<i>Podisma pedestris</i> (L.)	1 ♀	Кар
2.	<i>Calliptamus barbarus cephalotes</i> (F.-W.)	1 ♀	Крк
Подсемейство Gomphocerinae			
3.	<i>Chrysochraon dispar</i> (Germ.)	2 ♀, 2 ♂	Нов, Пск
4.	<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocsk.)	1 ♀	Пск
5.	<i>Myrmeleotettix maculatus</i> (Thunb.)	4 ♀, 2 ♂	Нов, Пск
6.	<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charp.)	1 ♀, 2 ♂	Пск
7.	<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De G.)	1 ♀	Пск
8.	<i>Ch. biguttulus</i> (L.)	7 ♀, 1 ♂	Лен
9.	<i>Ch. dorsatus</i> (Zett.)	4 ♀, 2 ♂	Пск
10.	<i>Ch. montanus</i> (Charp.)	4 ♀	Лен
11.	<i>Ch. parallelus</i> (Zett.)	1 ♀, 1 ♂	Пск

№	Вид	Объем выборки	Места сбора
12.	<i>Ch. pullus</i> (Phil.)	4 ♀, 2 ♂	Нов
Подсемейство Oedipodinae			
13.	<i>Oedipoda caerulescens</i> (L.)	9 ♀, 5 ♂	Пск

Обозначения: Кар — Лахденпохский р-н Карелии; Крк — Гулькевичский р-н Краснодарского Края; Лен — Гатчинский р-н Ленинградской обл.; Нов — Окуловский и Боровичский р-ны Новгородской обл.; Пск — Островский р-н Псковской обл.

Для определения второго показателя использовалось «прицеливание» цилиндрической пластиковой трубкой на ложный зрачок в его крайнем нижнем положении: при рассмотрении глаза через трубку верх дальнего среза трубки совмещался с ложным зрачком, а верх ближнего среза совмещался с верхом дальнего. Насекомое и направленная на ложный зрачок трубка фотографировались при помощи цифровой камеры. Величины углов на полученных изображениях определялись стандартными средствами компьютерной программы GIMP 2.6.8 (<http://www.gimp.org>), при этом за оптическую ось принималась линия, проведенная параллельно оси трубки. Для каждой особи и для каждого экона определялись медианы значений обоих показателей. Статистическая связь между величинами двух углов оценивалась с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена в компьютерной программе PAST 2.07 (<http://folk.uio.no/ohammer/past>).

При анализе данных без учета эконной и видовой принадлежности особей (с использованием индивидуальных медиан) была выявлена сильная положительная корреляционная связь между исследовавшимися показателями ($r = 0,77$, $p < 0,001$; рис. 1). При анализе данных с учетом эконной и видовой принадлежности особей (с использованием медиан по каждому исследованному экону каждого вида) были получены сходные результаты ($r = 0,69$, $p < 0,01$; рис. 2). Подобные же результаты были получены для индивидуальных медиан после исключения из расчетов данных по видам со слабой связью со знаками или с выраженной геофильностью — *P. pedestris*, *M. maculatus*, *Ch. pullus*, *Oe. caerulescens* ($r = 0,63$, $p < 0,001$).

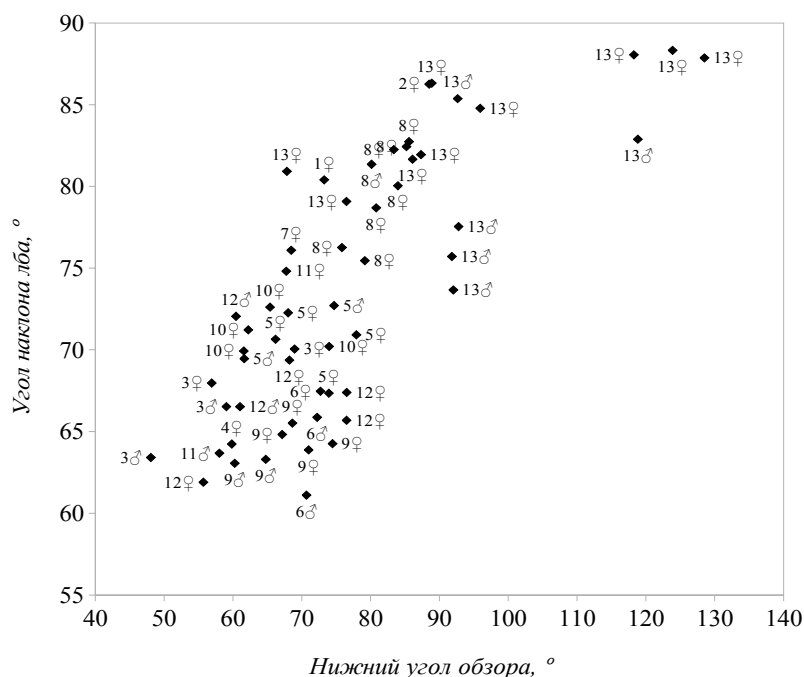
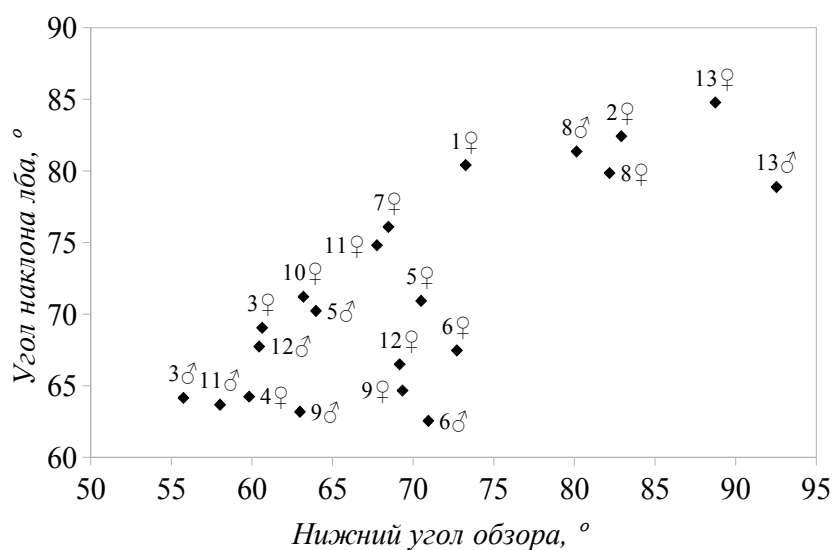


Рис. 1. Зависимость нижнего предела поля зрения от угла наклона лба на индивидуальном уровне.

Числами обозначены виды (нумерация — как в табл. 1).
♂ — самец, ♀ — самка

Рис. 2. Зависимость нижнего предела поля зрения от угла наклона лба на уровне экзонав. Обозначения — как на рис. 1



Имеющийся в нашем распоряжении материал охватывает ограниченный круг преимущественно фитофильных жизненных форм с преобладанием злаковых хортобионтов (эудолихоморф) (табл. 2). Типичные геофилы представлены в нем только одним видом — голубокрылой кобылкой *O. caerulescens*. Несмотря на это, полученные данные однозначно свидетельствуют о существенном влиянии степени наклона лба на нижний предел поля зрения у саранчовых (по крайней мере, в рамках исследованной группы видов и ее части, тяготеющей к злаковой растительности) и подтверждают сформулированную выше гипотезу о связи этого показателя со степенью способности саранчовых получать зрительную информацию снизу относительно продольной оси тела.

Таблица 2

Экоморфологическая принадлежность исследованных видов саранчовых

№	Вид	Жизненная форма	
		По системе Ф. Н. Правдина [7]	По системе И. В. Стебаева [9]
1.	<i>P. pedestris</i>	ТХ	М*
2.	<i>C. barbarus cephalotes</i>	ФХ	ГБ
3.	<i>Chr. dispar</i>	СФ	ЭД*
4.	<i>E. brachyptera</i>	СФ	ЭД*
5.	<i>M. maculatus</i>	ЗХ	ГД*
6.	<i>O. haemorrhoidalis</i>	ЗХ	ЭД
7.	<i>Ch. albomarginatus</i>	ЗХ	ЭД
8.	<i>Ch. biguttulus</i>	ЗХ	ЭД*
9.	<i>Ch. dorsatus</i>	ЗХ	ЭД*
10.	<i>Ch. montanus</i>	ЗХ	ЭД*
11.	<i>Ch. parallelus</i>	ЗХ	ЭД
12.	<i>Ch. pullus</i>	ЗХ	ГД*
13.	<i>Oe. caerulescens</i>	ОГ	ЭБ

Обозначения: ТХ — травоядный хортобионт; ФХ — факультативный хортобионт; СФ — специализированный фитофил (вариант хортобионта); ЗХ — злаковый хортобионт; ОГ — открытый геофил (эремобионт); М — медиаморфа; ГБ — гемибрахиморфа; ЭД — эудолихоморфа; ЭБ — эубрахиморфа; ГД — гемидолихоморфа; * — положение вида в системе И. В. Стебаева дается предположительно, на основании положения в ней близко родственных и габитуально сходных видов.

Важным следствием этого результата является оправданность использования в морфологических характеристиках экоморф саранчовых угла наклона лба, измеряемого по методу И. В. Стебаева [8; 9; 10]. Данный показатель может быть использован для характеристики нижней границы поля зрения, в том числе и в тех случаях, когда использование «ложного зрачка» невозможно (например, при работе с мертвыми насекомыми или с видами с темной окраской глаз, делающей его неразличимым). В отличие от него, угол, измеряемый по методу Г. Я. Бей-Биенко, Ф. Н. Правдина и М. Е. Черняховского [3; 4; 7; 12], отражает наклон относительно горизонтали не только нижней, но и верхней части головы, то есть включает в себя компонент, не имеющий отношения к нижнему пределу обзора. В то же время, нельзя исключать экоморфологическую значимость также и этого показателя, поскольку он может отражать другие аспекты функционирования головы саранчового. Эти другие аспекты могут оказаться очень важными: так, подтвержденная в настоящей работе «оптическая» гипотеза дает объяснение сильному наклону лба у хортобионтов, однако мало полезна для выяснения причин слабого наклона лба у геофилов. Однако для того, чтобы оценить степень целесообразности параллельного использования в экоморфологических исследованиях саранчовых нескольких морфометрических показателей, описывающих форму их головы, необходимы дальнейшие исследования.

Авторы выражают благодарность Т. М. Озерской (ВИР РАСХН) и О. В. Валерскому (ЭБЦ «Крестовский остров» СПбГДТЮ) за помощь при проведении работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алеев Ю. Г.* Экоморфология. Киев: Наукова думка, 1986. 424 с.
2. *Бей-Биенко Г. Я.* Прямокрылые — Orthoptera и кожистокрылые — Dermaptera // Животный мир СССР. Т. 2. Зона пустынь. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 270–291.
3. *Бей-Биенко Г. Я.* Прямокрылые — Orthoptera, кожистокрылые — Dermaptera // Животный мир СССР. Т. 3. Зона степей. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. С. 379–424.
4. *Бей-Биенко Г. Я., Мищенко Л. Л.* Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран. Т. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 378 с.
5. *Одум Ю.* Экология. Т. 2. М.: Мир, 1986. 376 с.
6. *Попов Г. А.* О смене состава жизненных форм прямокрылых при освоении целинной степи // Защита зерновых культур от вредных насекомых в районах освоения целинной степи // Труды Всесоюз. энтомолог. общ-ва. Т. 50. М.; Л.: Наука, 1965. С. 121–128.
7. *Правдин Ф. Н.* Экологическая география насекомых Средней Азии. Ортоптероиды. М.: Наука, 1978. 272 с.
8. *Стебаев И. В.* Жизненные формы и половой диморфизм саранчовых Тувы и Юго-Западного Алтая // Зоолог. журн. 1970. Т. 49. № 3. С. 325–338.
9. *Стебаев И. В.* Морфоадаптогенез саранчовых и система их жизненных форм // Журн. общей биол. 1987. Т. 48. № 3. С. 626–639.
10. *Стебаев И. В., Омельченко Л. В.* Общие особенности морфоадаптационных типов, или жизненных форм, саранчовых Южной Сибири и сопредельных территорий // Вопросы экологии. Поведение и экология насекомых, связанных с агробиогеноценозами. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1981. С. 13–39.
11. *Тарбинский С. П.* Прыгающие прямокрылые насекомые Азербайджанской ССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 246 С.

12. Черняховский М. Е. Морфо-функциональные особенности жизненных форм саранчовых // Учен. записки МГПИ им. В. И. Ленина. 1970. № 394. С 47–63.
 13. Heatwole H. The concept of the econe, a fundamental ecological unit // Trop. Ecol. 1989. Vol. 30. № 1. P. 13–19.

REFERENCES

1. Alev Ju. G. Ekomorfologija. Kiev: Naukova dumka, 1986. 424 s.
2. Bej-Bienko G. Ja. Prjamokrylye — Orthoptera i kozhistokrylye — Dermaptera // Zhivotnyj mir SSSR. T. 2. Zona pustyn'. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1948. S. 270–291.
3. Bej-Bienko G. Ja. Prjamokrylye — Orthoptera, kozhistokrylye — Dermaptera // Zhivotnyj mir SSSR. T. 3. Zona stepej. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1950. S. 379–424.
4. Bej-Bienko G. Ja., Miwenko L. L. Saranchovye fauny SSSR i sopredel'nyh stran. T. 1. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1951. 378 s.
5. Odum Ju. Ekologija. T. 2. M.: Mir, 1986. 376 s.
6. Popov G. A. O smene sostava zhiznennyh form prjamokrylyh pri osvoenii celinnoj stepi // Zawita zernovyh kul'tur ot vrednyh nasekomyh v rajonah osvoenija celinnoj stepi // Trydu Vsesojuzn. Entomol. ob-va. T. 50. M.; L.: Nauka, 1965. S. 121–128.
7. Pravdin F. N. JEkologicheskaja geografija nasekomyh Srednej Azii. Ortopteroidy. M.: Nauka, 1978. 272 s.
8. Stebaev I. V. Zhiznennye formy i polovoj dimorfizm saranchovyh Tuvy i Jugo-Zapadnogo Altaja // Zool. zhurn. 1970. T. 49. № 3. S. 325–338.
9. Stebaev I. V. Morfoadaptogenez saranchovyh i sistema ih zhiznennyh form // Zhurn. obshch. biol. 1987. T. 48. № 3. S. 626–639.
10. Stebaev I. V., Omel'chenko L. V. Obshchie osobennosti morfoadaptacionnyh tipov, ili zhiznennyh form, saranchovyh Juzhnoj Sibiri i sopredel'nyh territorij // Voprosy jekologii. Povedenie i ekologija nasekomyh, svjazannyh s agrobiogeocenozaми. Novosibirsk: Izd-vo NGU, 1981. S. 13–39.
11. Tarbinskij S. P. Prygajushchie prjamokrylye nasekomye Azerbajdzhanskoj SSR. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1940. 246 S.
12. Chernjahovskij M. E. Morfo-funkcional'nye osobennosti zhiznennyh form saranchovyh // Uchen. zap. MGPI im. V. I. Lenina. 1970. № 394. S 47–63.
13. Heatwole H. The concept of the econe, a fundamental ecological unit // Trop. Ecol. 1989. Vol. 30. № 1. P. 13–19.

Е. А. Зыков

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АКВАТОРИИ ЧУКОТСКО-АЛЯСКИНСКОГО РЕГИОНА

Район исследований охватывает слабо изученные акватории Чукотского моря и прилегающего сектора Северного Ледовитого океана, с целью оценки состояния природной среды региона. Исследование включает геологический пробоотбор, анализ геологического строения региона, выявления структурно-текстурных и минералого-геохимических особенностей донных осадков, а также географической и геоэкологической составляющих.

Ключевые слова: Чукотка, геохимия, геоэкология.

Е. Зыков

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE CHUKOTKA-ALASKA REGION

The region in question covers areas of the Chukchi Sea and the adjacent segment of the Arctic Ocean which have been little explored. The study was carried out to assess the environmental status of the region. Geological sampling and geologic structure analysis were used to