

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

7-90



В НОМЕРЕ

3 БИОСФЕРА, КЛИМАТ, РЕСУРСЫ — ЧТО НАС ЖДЕТ?

Способна ли сегодня биосфера к самоочищению? Каковы климатические последствия парникового эффекта? Чем компенсировать истощение запасов минерального сырья? Существуют ли перспективы у альтернативных стратегий производства (и потребления) энергии? Можно ли вообще избежать экологической катастрофы? На подобные вопросы у науки пока нет однозначных ответов. Но некоторые подходы ученых уже намечены довольно четко.

Горшков В. Г., Кондратьев К. Я., Шерман С. Г. УСТОЙЧИВОСТЬ БИОСФЕРЫ И СОХРАНЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ [3]
 Голицын Г. С. ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА [17]
 Сенякин М. М., Хамизов Р. Х. ОКЕАНСКАЯ ВОДА — ИСТОЧНИК МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ [25]
 Алексеев В. В. СЛЕДУЯ ЛОГИКЕ ЖИВОГО... [33]

44 Нинбург Е. А. ДОЛГАЯ ГУБА: ИЗОЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ И ИСКУССТВЕННАЯ

В судьбе Долгой губы, перекрытой дамбой в прошлом столетии, просматривается участь Неапольской губы, отделенной от моря «защитным сооружением».

50 КАМЕНЬ МЕСЯЦА
Ахметов С. Ф., Ахметова Г. Л.
РУБИН

55 Березкин Ю. Е. СВЯТИЛИЩА МЕДНО-КАМЕННОГО ВЕКА НА ЮГЕ ТУРКМЕНИИ

На юге нашей страны обнаружены археологические памятники малоизвестной культуры конце IV тысячелетия до н. э.

60 Бакшт Ф. Б. МАГНИТНЫЕ МУРАВЕЙНИКИ
Муравь, по-видимому, перетаскивают в свои гнезда зерна рудных минералов. Купола муравейников в ряде местностей Сибири оказались значительно более намагниченными, чем окружающие их почвы.

64 Рувинский А. О. ЭВОЛЮЦИЯ ПОЛА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ

Возникновение пола и многоклеточности до сих пор остается в ряду нерешенных проблем теоретической биологии. Еще один сценарий, предложенный автором на основании умозрительных построений, поможет решить эти важные вопросы.

71 Палей А. Б. АНАТОМИЯ ПЛЮС МЕХАНИКА, ИЛИ ПОЧЕМУ ПЛОХО ЖИЛОСЬ ДИНОЗАВРАМ

Почему на Земле нет сухопутных млекопитающих с ростом 10 и более метров? Не выходя за рамки школьного курса, качественно ответить на этот и подобные вопросы можно, опираясь на самые общие физические закономерности.

75 ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ

78 ВНУШЕНИЕ СЕГОДНЯ И 100 ЛЕТ НАЗАД

«... Вряд ли вообще совершалось в мире какое-либо из великих исторических событий, в котором более или менее видная роль не выпадала на долю внушения»

Бехтерев В. М. РОЛЬ ВНУШЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ [78]
 Ротенберг В. С. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУШЕНИЯ [87]

89 Андронников В. Л. ПЕРВАЯ ПОЧВЕННАЯ КАРТА РСФСР

90 Несис К. Н. ГЛАЗА, ЧТОБЫ ВИДЕТЬ «КИПЯТОК»

92 Тугаринов И. А. ИСТОРИЯ ВАРНИТСО, ИЛИ КАК ЛОМАЛИ АКАДЕМИЮ В «ГОД ВЕЛИКОГО ПЕРЕЛОМА»

Архивные документы, к которым только что открыт доступ, позволяют взглянуть новыми глазами на истинное предназначение государственной организации, сыгравшей беспрецедентную роль в истории нашей науки.

102 НОВОСТИ НАУКИ

119 КОРОТКО

120 РЕЦЕНЗИИ

122 НОВЫЕ КНИГИ [43]
ИНФОРМАЦИЯ [63, 70, 91, 101]

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

124 Кандыба Ю. Л. ЖИЗНЬ И СУДЬБА ЛЕОНИДА АЛЕКСЕЕВИЧА КУЛИКА

Зоткин И. Т. ВДОХНОВИТЕЛЬ «ТУНГУССКОЙ ПРОБЛЕМЫ» [127]

ДОЛГАЯ ГУБА: ИЗОЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ И ИСКУССТВЕННАЯ

Е. А. Нибург
Ленинград



С КАЖДЫМ ГОДОМ взаимоотношения человека и природы становятся все более напряженными, подчас драматическими. Споры, возникающие вокруг острых экологических проблем, зачастую характеризуются важной особенностью. Если сторонники очередного «проекта века» оперируют понятиями производственной необходимости и экономическими расчетами, их оппоненты — защитники природы — нередко строят свои возражения лишь на эмоциях, а не научных данных. Как бы благородны ни

были эти эмоции, увы, они не лучший аргумент. В самом деле, случись что неблагоприятное в природе, и мы уже готовы взвалить вину на антропогенное воздействие, забывая, что природные экосистемы не бывают совершенно стабильными, а идут непрерывные естественные изменения. Очень важно отличать природные процессы от антропогенных.

Беда в том, что сделать это необычайно трудно. Особенно — для морских экосистем,

которые изучены намного меньше наземных. В этом отношении удачным модельным объектом оказалась Долгая губа Белого моря, изучение которой продолжается без малого 100 лет! В результате столь длительных исследований удалось разобраться не только в причинах своеобразия ее населения (именно это привлекло внимание первых исследователей), но и в том, как оно формировалось и какая судьба ждет его в будущем. При этом можно

© Нибург Е. А. Долгая губа: изоляция естественная и искусственная.



Арочные ворота в дамбе. Несмотря на наличие траз танк ворот, гидрологический режим Долгой губы существенно изменился. Водообмен между губой и прилегающим участком Онежского залива оказался затруднен, губа приобрела черты стоячего водоема.

Фото Е. А. Инибурга.

достаточно четко разделить изменения, вызванные естественными (постоянное поднятие суши в этом районе) и искусственными (отделение губы от моря дамбой еще в прошлом веке) причинами. Полученные результаты особенно интересны на фоне не стихающих в нашем обществе дискуссий о возможном воздействии на природу морских дамб — уже построенных и тех, которые еще только проектируют некоторые горячие головы.

Долгая, или Глубокая, гу-

ба — обширный морской залив, который глубоко вдается в Соловецкий остров. Вдоль западного берега живописного залива, усыянного крохотными лесистыми островками, тянется старая монастырская дорога. На ее обочине стоит неказистый щит с надписью «Заповедная зона всеоюзного значения».

За что же удостоена Долгая губа столь высокой чести? Конечно, не за красоту: Белое море изобилует прекрасными видами, живописность пейзажа — здесь скорее правило, чем исключение. Дело в другом.

Обширная Воронка Долгой губы отделена от основной акватории Онежского залива двумя проливами — Северными и Южными Железными Воротами. Последний был в 1856 г. перекрыт искусственной дамбой, соединившей о. Соловецкий с о-вом Большая Муксалма

(сплошность к дамбостроительству появилась, увы, задолго до нашего времени!). И без этого достаточно замкнутая Долгая губа оказалась еще сильнее изолирована от моря. Как и в Белом море, за Воронкой следует длинное, узкое и мелководное Горло, а за ним — Кош со сравнительно большими глубинами, аналог бассейна Белого моря. Береговая линия Ковша в западной части изрезана множеством небольших заливов, по-северному — губ. Словом, и по общей конфигурации, и по соотношению глубин в разных частях акватории Долгая губа выглядит как миниатюрная и довольно точная модель Белого моря.

История изучения Долгой губы и ее населения начинается с конца прошлого века. В 1881 г. по инициативе профессора Петербургского универси-

тета Н. П. Вагнера на территории Соловецкого монастыря была создана первая в полярных водах России биологическая станция, развернувшая широкие исследования фауны Белого моря. Работали на станции в основном профессоры, преподаватели и студенты Петербургского университета. В их числе был Н. М. Книпович, тогда — молодой зоолог, впоследствии — один из основоположников русской и советской гидрологии и гидробиологии.

Именно он в 1890—1892 гг. впервые исследовал фауну Долгой губы. Надо полагать, он был немало изумлен — ничего похожего на население окрестных вод! В губе встретились арктические моллюски *Portlandia arctica* и асцидии *Molgula citrina*, нигде в районе Соловков не найденные; другие арктические моллюски и асцидии в Долгой губе попадались чаще, чем в окружающих водах, и иногда были крупнее. Гидрологический режим губы тоже оказался сюрпризом. Если вообще в Белом море зона постоянной отрицательной температуры ($-1,4^{\circ}\text{C}$) начинается с глубины около 100 м, то в Долгой губе Книпович обнаружил такую же зону на глубине всего 17 м! Замкнутость губы в сочетании с крутыми склонами ям, разделенных мелко-водопадами, приводит к тому, что верхний и нижний слои воды почти не перемешиваются. Если верхний летом прогревается, на дне ям температура не поднимается выше нуля круглый год. Потому-то, решил Книпович, там и сохранилась португалия и процветают другие виды арктического происхождения. Заключая свою статью, он пишет: «...невольно является вопрос, не представляет ли *Yoldia arctica* (тогдашнее название *Portlandia arctica*. — Е. Н.) Белого моря уцелевший до нашего времени остаток когда-то широко распространенной высокоарктической фауны?»¹

В дальнейшем эта мысль неоднократно упоминалась в статьях и монографиях, посвященных населению Белого моря, но, к сожалению, в искаженном виде.



Первым допустил неточность в 1911 г. известный зоолог Н. А. Ливанов: «Я охотно присоединяюсь к высказанному Н. Книповичем (1893 и др.) предположению, что здесь мы имеем дело с остатком когда-то более широко распространенной фауны, уцелевшей в специальных условиях Глубокой (Долгой) губы от ледниковых периодов»². Ливанов, может быть, и невольно, но говорит уже не только о виде *Portlandia arctica*, а обо всей фауне Долгой губы. Видимо, именно после статьи Ливанова искаженная мысль Книповича прочно поселилась на страницах многих работ, посвященных Белому морю, а фауна Долгой губы была надолго зачислена в арктические реликты. Казалось логичным — где у дна температура близка к нулю или ниже,

² Ливанов Н. Фауна Глубокой (Долгой) губы Соловецкого острова // Приложения и протоколы заседаний Общ.-веществен. при Императорском Казанском ун-те № 268. 1912. С. 9.

Выход в море.

Фото Е. А. Нинбурга.

там и португалия, вид арктический. А уж заодно — арктична и вся фауна Долгой губы.

В 1926 г. в журнале «Соловецкие острова» была опубликована работа К. П. Чудинова «Глубокая губа и ее особенности», в которой автор описал выделенные им три зоны — литоральную, теплую сублиторальную и нижнюю холодно-водную. Работа Чудинова не много прибавляет к уже имевшемуся. Впрочем, винить его в этом не приходится: автор был заключенным Соловецкого лагеря особого назначения и, конечно, не располагал ни необходимым оборудованием, ни литературой. Как и Ливанов, он считал реликтовой всю фауну губы.

Как ни странно, андовой состав фауны Долгой губы по-прежнему оставался неизвестным. Ни один из названных гидробиологов не приводит спи-

¹ Книпович Н. М. // Вестн. естествозн. СПб., 1893. С. 10.



В лаборатории.
Фото Ю. А. Бредского.

сков видов донных обитателей полностью, хотя все они, несомненно, располагали большим материалом. Между тем утверждение о высокоарктическом характере фауны и температуре как главным определяющим его факторе можно принять только после анализа как можно более полного видового состава.

Интересно, что и портландия оказалась не такой уж любительницей отрицательной температуры. По мере исследований бентоса Белого моря портландию обнаруживали при довольно высокой придонной температуре — 8—12 °С. Оказалось, что помимо температурного фактора важную роль в ее расселении играют донные осадки, в которых должна быть достаточно велика доля пелитов (глин).

Чтобы выяснить, так ли действительно арктична фауна

Долгой губы и так ли велика роль температуры в ее формировании, необходимым были более детальные данные о видовом составе бентоса. Именно поэтому в 1983 г. лаборатория экологии морского бентоса Дворца пионеров и школьников Кировского района Ленинграда под руководством автора этой статьи начала планомерное исследование бентоса Долгой губы. За пять полевых сезонов квалифицированные коллекторы-юниаты и студенты Ленинградского университета (при по-

стоянной помощи сотрудников Соловецкого государственного историко-архитектурного и природного музея-заповедника) собрали обширный материал со 103 дночерпательных и с 45 дрижных станций, а также со 117 пробных площадей на литорали. В результате андовой состав фауны губы выяснен если не на 100 %, то очень близко к тому; кроме того, получены достаточно надежные количественные данные. В общей сложности в бентосе губы найдено 232 вида животных (немертнии и мшанки определены не полностью). Доля арктических видов оказалась ничуть не выше, чем в других районах Белого моря (см. табл.).

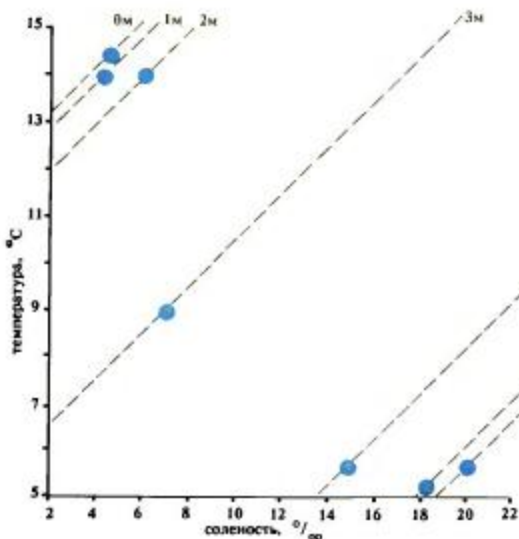
Любопытно, что в сравнительно тепловодной Вороньей губе доля арктических видов даже больше, чем в Долгой. Похоже, что вовсе не температура — главный фактор, определяющий андовой состав бентоса. Можно думать, что она не играет ведущей роли и при формировании экологической структуры донного населения: в общей биомассе бентоса Долгой губы арктические и арктобореальные виды составляют соответственно 22,4 % и 55,8 %, что довольно близко к аналогичным величинам, полученным для других мелководий Белого моря. Это означает, что арктические виды не преобладают и в большинстве биоценозов Долгой губы.

Что касается биоценозов, в которых доминирует портландия, то они, как и везде в Белом море, приурочены к дну лял, где в осадках преобладают пелиты и низка температура.

Происхождение фауны Долгой губы можно представить себе следующим образом.

Доля видов разных биогеографических зон в трех районах Белого моря, %

| Виды | Долгая губа | Воронья губа (Кандальский залив) | Онежский залив |
|-------------------------|-------------|----------------------------------|----------------|
| Арктические | 21,5 | 26,2 | 25,6 |
| Арктобореальные | 51,9 | 48,2 | 45,9 |
| Бореальные | 21 | 20,4 | 24,8 |
| Широко распространенные | 5,6 | 5,2 | 3,7 |



Температура и соленость в Мертвом озере. Видно, что в нем два слоя воды: теплый и слабосоленый (до 2-метровой глубины), холодный и соленый — ниже 4 м.

Porfrendia arctica и некоторые сопутствующие ей виды проникли в Белое море примерно 9—10 тыс. лет назад. В то же время или чуть позже они попали и в Долгую губу, Горло которой было тогда глубже и не представляло никакого препятствия для арктических аселенцев. Позже в результате регрессии моря обмелели и Горло моря, и Горло Долгой губы. Арктический комплекс видов во главе с порландией сохранился до наших дней на глубинах бассейна и в специальных условиях Долгой губы. Однако, судя по нашим данным, «специальные условия» — это не столько постоянная отрицательная температура, сколько преобладание пелитов в осадках и слабое перемешивание воды в изолированных ямах. Ведь в уже упоминавшейся Вороней губе процветает популяция порландий на глубине 4—12 м при температуре не ниже 6,6 °C (дан-

ные летних наблюдений 1974—1984 гг.).

Более теплолюбивые виды появились в Белом море позже — примерно 7 тыс. лет назад. Для них не существует никаких гидрологических барьеров, и нет оснований считать, что их популяции в губе изолированы от популяций тех же видов за ее пределами, хотя из-за особенностей рельефа дна проливы Железные Ворота и Горло могут затруднять межпопуляционный обмен.

Можно ли представить, что ждет Долгую губу и ее обитателей в будущем? В деталях, разумеется, нет. Для прогнозирования же общего направления изменений, которые произойдут в ближайшее время, у нас сейчас вполне достаточно данных.

Поднимая на борт пробы грунта со дна крутых ям с холодной (около нуля и ниже) и соленой водой, зачастую мы чувствовали явственный запах сероводорода. Сероводород был отмечен и на дне сравнительно неглубоких прибрежных губ ковшового типа. «Ил с большим количеством сероводорода» на дне некоторых ям южной части Долгой губы упоминали еще Ливанов и Чуднов. К сожалению,

они не привели никаких данных о населении сероводородных участков дна, что побудило нас специально заняться его изучением. Оно оказалось крайне бедным и качественно, и количественно. Так, драгировка в ковшовой Ворончей губке принесла всего 10 видов бентоса, тогда как каждая драгировка в Долгой губе содержала в среднем 26,6 вида. Если биомасса бентоса на чистом грунте составляла в губе $72,5 \pm 35,5$ г/м², то на сероводородном — $1,82 \pm 1,66$ г/м². Разница существенная.

Из-за постоянного поднятия суши (в районе Соловков его скорость чуть больше 1 мм/год) Ворончая губка и другие, ей подобные, со временем отделятся от моря и превратятся в реликтовые соленые озера. Одно такое озеро мы обнаружили в 1987 г. у западного берега мыса Карбесийский наволок. Площадь озера невелика — немногим более гектара, максимальная глубина 7 м. Верхний двухметровый слой воды сильно распреснен (соленость около 5 ‰) и населен пресноводными видами: личинками стрекоз *Aeschna grandis*, ручейников *Phryganea* sp. и *Limnophilus vitellus*, комаров семейства Chironomidae. Кроме того, здесь встречаются обитатели солоноватых вод — трехглазая и девятиглазая колюшки — и единичные экземпляры морского зеригалдинного (способного жить в воде разной солености) брюхоногого моллюска *Hydrobia ulvae*. На глубинах 3—7 м, в слое значительно более соленой и холодной воды с резким запахом сероводорода, ни одного живого существа мы не нашли. В донных осадках озера встречаются остатки раковин морских моллюсков и хорошо сохранившиеся домики морских многощетинковых червей *Pectinaria*. Значит, еще недавно озеро, названное нами Мертвым, соединялось с Долгой губой. Скорее всего, морская вода фильтруется через узкую перемычку в озеро и в настоящее время.

Чуднов упоминает находившееся в южной части губы озеро «У Корыта», сообщавшееся с морем узким (не более 1 м) естественным каналом. Если озеро «У Корыта» и

Мертвое озеро — одно и то же, то оно отделилось от моря не раньше 1925—1926 гг. К сожалению, проверить это пока невозможно — за бурную историю Соловков в XX в. значительная часть топонимов архипелага утрачена.

Мертвое озеро напоминает знаменитое Могильное на о-ве Кильдин в Баренцевом море — реликтовое соленое озеро с изолированными популяциями ряда морских видов. Интересно, однако, отличие. В Могильном три слоя воды: верхний — пресный, населенный пресноводными видами; средний — соленый, в котором обитают морские животные и растения, и, наконец, нижний — сероводородный, абсолютно безжизненный. Два последних разделены тонким слоем воды, населенным пурпурными бактериями, которые, используя сероводород для фотосинтеза, не дают ему проникнуть наверх. Поэтому-то в среднем слое и могут жить морские организмы. В Мертвом озере пурпурных бактерий нет, слоев воды всего два, причем нижний непригоден для существования каких-либо аэробных организмов. Малый размер озера не оставляет никаких надежд на возможность существования в нем изолированных популяций отдельных видов. Очевидно, что у всех прибрежных ковшовых губ одна судьба — превратиться в озеро типа Мертвого. Надо думать, что донное население исчезнет в них еще до полного отделения — оно и сейчас крайне бедно.

Позже обособится от моря и весь Ковш Долгой губы. Самое мелководное место в ней — Горло, которое образует порог глубиной 4—6 м. Стало быть, не позже чем через 4—6 тыс. лет Ковш станет реликтовым озером, напоминающим Могильное. Из-за малой площади водосбора и незначительного пресного стока формирование пресного слоя воды будет идти в

нем медленно, как и заселение пресноводными видами из окрестных озер. Можно полагать, что бентос нового — Долгого — озера несколько обеднеет. Исчезнут течения, что приведет к сокращению числа видов-фильтраторов. Менее требовательные к силе течения и обилию кислорода виды-детритофаги (животные, питающиеся органическими остатками в грунте) сохранятся. Величина акватории Ковша такова, что позволяет рассчитывать на сохранение популяций многих видов, несмотря на их полную изоляцию от соседней в море.

Конечно, прогноз наш можно считать вероятным только при условии, что поднятие суши будет продолжаться. Все это — естественный процесс. Появится ли на ход этого процесса постройка дамбы? Если да, то как?

Анализ полученного нами видового списка дал неожиданный и весьма любопытный результат. Ряд видов, отмеченных Кипиновичем, Ливановым и Чудновым, мы не обнаружили. Часть из них, разумеется, мы могли случайно и пропустить. Однако не все же! И вот почему. Шесть из этих видов Кипинович называет обычными или даже обильными, седьмой обычен в Долгой губе, по словам Чуднова. Маловероятно, что, располагая в настоящее время материалом, равным (если не превосходящим) по объему материалу всех предыдущих исследователей, вместе взятых, мы могли пропустить отнюдь не редкие виды. Логичнее предположить, что они если и не исчезли совсем, то стали чрезвычайно редки. Среди исчезнувших видов морские ежи *Strongilocentrotus droebachiensis*, офиуры *Orphiophilis aculeata* и плеченотге *Hemithyris psittacea* предпочитают в Белом море участки с сильными придонными течениями. Возможно, что таковы же вкусы и остальных видов, но о

них мы пока слишком мало знаем. Очевидно, постройка дамбы сделала гидрологический режим губы более «озерным», привела к ослаблению силы и задержанию скорости течений. Влияние дамбы сказалось далеко не сразу. Первые десятилетия эти виды бентоса еще существовали, затем их численность стала уменьшаться и, наконец, они исчезли полностью.

По чистой случайности изменения в бентосе Долгой губы, вызванные антропогенными (дамбы) и естественными (поднятие суши) причинами, совпадают по направлению. Скорость процессов, однако, различна. Выпадение из фауны губы ряда видов реофильных (приспособленных к богатой кислородом проточной воде) животных удалось заметить примерно через полторы сотни лет после появления дамбы. Природе для достижения того же эффекта понадобился бы тысячелетия.

Не ждет ли подобная судьба и многих обитателей Невской губы? Не приведет ли появление защитных сооружений, как стыдливо именуют сегодня ленинградскую дамбу, и гибели много большего числа видов — ведь крутых и глубоких ям, на дне которых изменения гидрологического режима не так заметны, в Невской губе нет? Не надо быть пророком, чтобы предположить, что ответы могут быть только утвердительными...

А уж о том, что ждет обитателей Азовского моря, если для его спасения от осолонения водами Черного моря будет построена дамба через Керченский пролив, — страшно и подумать.

Простим монахам Соловецкого монастыря. В середине прошлого века, соединяя дамбой Соловецкий остров с Муксалмой, они не ведали, что творили. Мы же в конце XX в. ведем. Зачем же продолжать творить?